

أحمد النجار - عيد الرفاعي

محتويات الكتـاب

يشمل

– تقسيم الأبواب إلى دروس صغيرة تسهل من المذاكرة.

– شرح مبسط للدروس.

– أمثلة محلولة.

– أسئلة مجابة.

– فكر وجاوب.

– تدريبات جزئية بإجابتها النموذجية.

– تطبيقات.

– تعليلات مجابة.

– خرائط ذهنية بسيطة.

لتحقيق الدرجة النهائية مع كتاب الوافي :

– ذاكر الدرس من كتاب الشرح.

– طبق على كل درس من أسئلة كتاب الأسئلة والمسائل.

– اختبر نفسك من الاختبارات الجزئية في كتاب الأسئلة والمسائل..

– اختبر نفسك من اختبارات كتاب الأسئلة والمسائل.

إمسح





سلسلة كتب الوافي



@AlWafi



أساسيات فيزيائية هامة

① تحويل الكسور والمضاعفات إلى الوحدات الدولية

1 التحويلات الصغيرة

- سنتي (centi) $\xrightarrow{\times 10^{-2}}$ الوحدة
- مللي الوحدة (m) $\xrightarrow{\times 10^{-3}}$ الوحدة
- ميكرو الوحدة (μ) $\xrightarrow{\times 10^{-6}}$ الوحدة
- نانو الوحدة (n) $\xrightarrow{\times 10^{-9}}$ الوحدة
- بيكو الوحدة (p) $\xrightarrow{\times 10^{-12}}$ الوحدة
- فيمتو الوحدة (f) $\xrightarrow{\times 10^{-15}}$ الوحدة

2 التحويلات الكبيرة

- كيلو الوحدة (K) $\xrightarrow{\times 10^{3}}$ الوحدة
- ميجا الوحدة (M) $\xrightarrow{\times 10^{6}}$ الوحدة
- جيجا الوحدة (G) $\xrightarrow{\times 10^{9}}$ الوحدة
- تيرا الوحدة (T) $\xrightarrow{\times 10^{12}}$ الوحدة

② تحويل المساحات والحجوم إلى الوحدات الدولية

1 المساحات

- سم² (cm^2) $\xrightarrow{\times 10^{-4}}$ م²
- مم² (mm^2) $\xrightarrow{\times 10^{-6}}$ م²

2 الحجوم

- سم³ (cm^3) $\xrightarrow{\times 10^{-6}}$ م³
- مم³ (mm^3) $\xrightarrow{\times 10^{-9}}$ م³
- اللتر (Litter) $\xrightarrow{\times 10^{-3}}$ م³

③ تحويل الكتل والازمنة إلى الوحدات الدولية

1 الكتل

- جرام (g) $\xrightarrow{\times 10^{-3}}$ كجم (Kg)
- مللي جرام (mg) $\xrightarrow{\times 10^{-6}}$ كجم (Kg)

2 الزمن

- ساعة (h) $\xrightarrow{\times 60}$ دقيقة (min)
- الدقيقة (min) $\xrightarrow{\times 60}$ ثانية (s)
- ساعة (h) $\xrightarrow{\times 60 \times 60}$ ثانية (s)

- كم/ س (Km/h) $\xrightarrow{\times \frac{5}{18}}$ م/ث (m/s)
- أنجستروم الوحدة ($\mathring{A}$) $\xrightarrow{\times 10^{-10}}$ الوحدة

④ محيطات ومساحات وحجوم بعض الأشكال الهندسية

- ◈ **محيط المربع** = 4ℓ
- ◈ **مساحة المربع** = ℓ^2
- ◈ **حجم المكعب** = ℓ^3
- ◈ **مساحة وجه المكعب** = ℓ^2
- ◈ **مساحة سطح المكعب** = $6\ell^2$
- ◈ **محيط المستطيل** = (الطول + العرض) ×2
- ◈ **مساحة المستطيل** = الطول × العرض
- ◈ **حجم متوازي المستطيلات** =

  مساحة القاعدة × الارتفاع

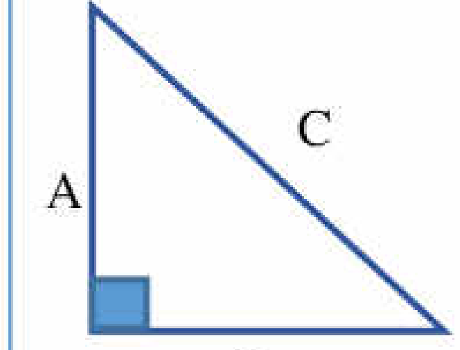
  أو الطول × العرض × الارتفاع

- ◈ **محيط الدائرة** = $2\pi r$
- ◈ **مساحة الدائرة** = πr^2
- ◈ **حجم الكرة** = $\frac{4}{3}\pi r^3$
- ◈ **مساحة سطح الكرة** = $4\pi r^2$
- ◈ **حجم الأسطوانة** = $\pi r^2 h = Ah$
- ◈ **مساحة قاعدة الأسطوانة** = πr^2

⑤ قوانين هامة تستخدم في حل المسائل

- ◈ **القوة (F) :** $F = \frac{\Delta P_L}{\Delta t} = ma$
- ◈ **الوزن F_g:** $F_g = mg$
- ◈ **الكثافة:** $\rho = \frac{m}{Vo\ell}$
- ◈ **كمية الحركة:** $P_L = mv$
- ◈ **الشغل (W):** $W = F \cdot d$
- ◈ **طاقة الوضع (PE) :** $PE = mgh$
- ◈ **طاقة الحركة (KE):** $KE = \frac{1}{2} mv^2$
- ◈ **سرعة الموجة :** $v = \lambda \cdot \upsilon$

◈ **نظرية فيثاغورث:**



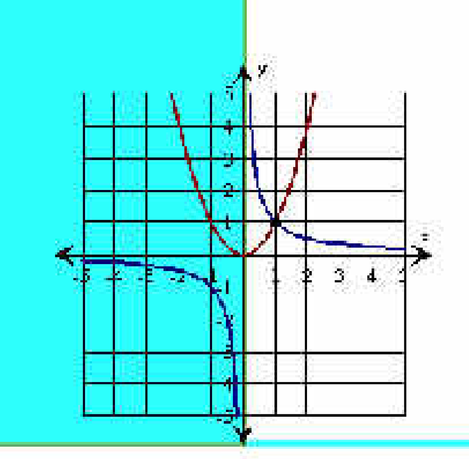
إذا كان لدينا مثلث قائم الزاوية والضلعين القائمين هما (A , B)، والضلع (C) الوتر فيكون :

$$C = \sqrt{A^2 + B^2}$$

◈ **الدوال المثلثية:**

الوتر
المقابل
المجاور
θ

$$\tan\theta = \frac{\text{المقابل}}{\text{المجاور}} \quad ، \quad \cos\theta = \frac{\text{المجاور}}{\text{الوتر}} \quad ، \quad \sin\theta = \frac{\text{المقابل}}{\text{الوتر}}$$



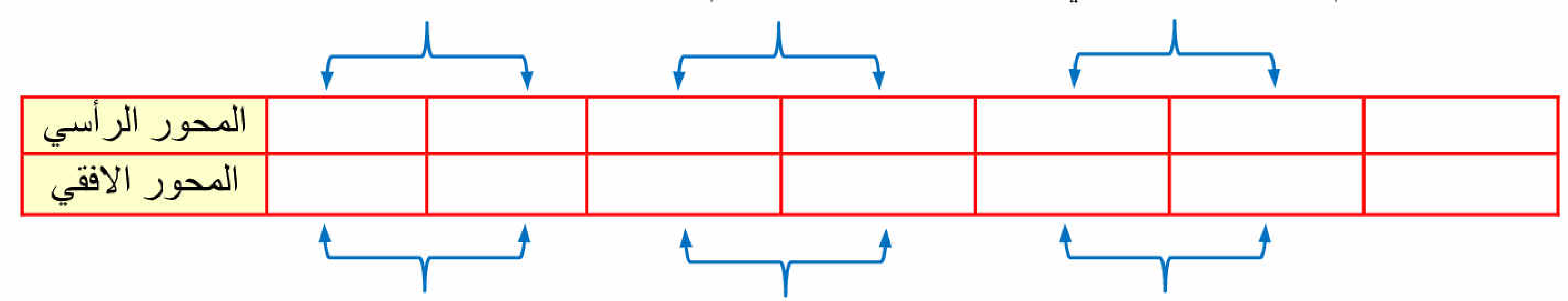
الرسم البياني Graph

كيفية حل مسائل الرسم البياني

❶ اقرأ السطور أسفل الجدول لتعرف أي الكميات الفيزيائية مطلوب رسمها على المحور الأفقي وأيهما على المحور الرأسي.

❷ انظر إلى الوحدات والأرقام المكتوبة بجوار كل كمية فيزيائية في الجدول وانقلها إلى محاور الرسم البياني كما هي.

❸ انظر إلى ارقام الكميات الفيزيائية في الجدول لتحديد مقياس الرسم المناسب.



المحور الرأسي							
المحور الافقي							

- **أبسط طريقة لتحديد مقياس الرسم المناسب غالباً:** اطرح كل رقمين متتاليين في الجدول لكل محور على حده الأفقي والراسي والرقم الذي يتكرر يكون هو مقياس الرسم المناسب على المحور

❹ ضع نقاط الرسم البياني من الجدول على الرسم البياني.

❺ صل بين النقاط لترسم الخط البياني.

- **أحصل على القيم المجهولة في الجدول من الرسم البياني:** بإيجاد احداثيات النقطتين عند نقطة التلاقي علي المنحنى كما بالشكل

المحور الرأسي

المحور الافقي

المحور الرأسي		a					
المحور الافقي					b		

❻ إذا طلب منك حساب كمية فيزيائية غير موجودة في الجدول إذن لابد انها تحسب من الميل:

$$slope = \frac{\Delta y}{\Delta x}$$

رياضياً

$$Slope = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} = number$$

❼ نساوي الميل الفيزيائي بالميل الرياضي

فيزيائياً (من العلاقات الرياضية)

$$slope = \frac{\Delta y}{\Delta x}$$

فمثلا: العلاقة الرياضية الفيزيائية: $v = \upsilon . \lambda$

والميل هو: $slope = \frac{\Delta v}{\Delta \lambda} = \upsilon$

ثم اوجد الكمية الفيزيائية المطلوبة

علاقة التناسب بين كميتين ممثلين علي محوري X , Y قد تكون :

علاقة طردية	علاقة تناقصية	علاقة عكسية	علاقة جيبيه	علاقة ثابته

❶ العلاقات الطردية

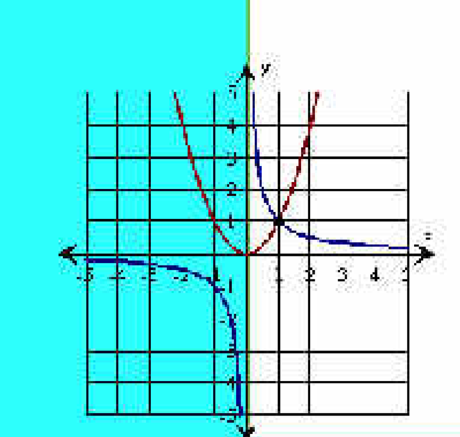
المعادلة: $y = a x + b$ (حيث a ثابت يسمي ميل المستقيم)

b ثابت هو الجزء المقطوع من المحور الرأسي عندما : $x = 0$

عندما تكون b = 0 فإن	عندما تكون b موجبة فإن	عندما تكون b سالبة فإن
$y = a x$	$y = a x + b$	$y = a x - b$
y ، x ، 0	y ، x ، 0 ، b قيمة موجبة	y ، x ، 0 ، b قيمة سالبة
نلاحظ أن: y تتناسب طردياً مع x عندما $x = 0$ ، فإن $y = 0$ عند زيادة x تزداد y بنفس النسبة	**نلاحظ أن:** y تزداد بزيادة x عندما $x = 0$ ، فإن $y \neq 0$ حيث y = قيمة موجبة (b) عند زيادة x تزداد y ولكن ليس بنفس النسبة.	**نلاحظ أن:** y تتناسب طردياً مع x عندما $x = 0$ ، فإن $y \neq 0$ حيث y = قيمة سالبة (b) عند زيادة x تزداد y ولكن ليس بنفس النسبة.

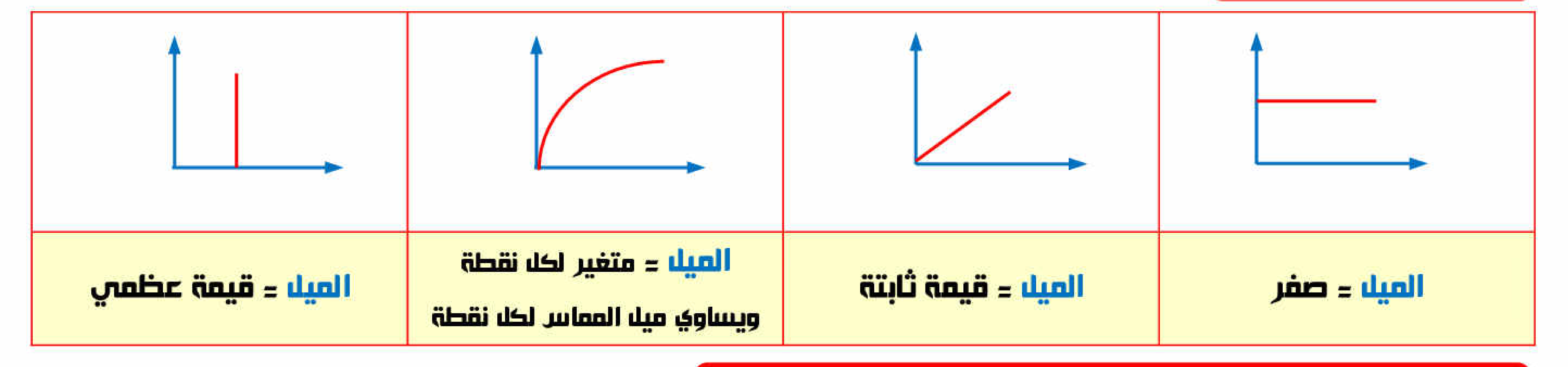
ما يساويه الميل في الحالات الثلاثة

ميل المستقيم $(slope) = \tan\theta = \frac{\Delta y}{\Delta x}$ ∴ **الميل** = قيمة الثابت (a)



❸ دالة الجيب	❷ العلاقات العكسية	
المعادلة: $y = \sin\theta$ **حيث:** θ ، y متغيرين	**المعادلة:** $y + ax = c$ **حيث:** x ، y متغيرين , c ثابت	**المعادلة:** $x.y = c$ **حيث:** x ، y متغيرين c ثابت
	الميل (slope) = $\frac{\Delta y}{\Delta x}$ **لاحظ أن:** الميل سالب القيمة	يمكن حساب الميل بأخذ مستقيم مماس لنقطة معينة المراد حساب الميل عندها وايجاد الميل له . **لاحظ أن:** الميل سالب القيمة

أشكال حالات الميل



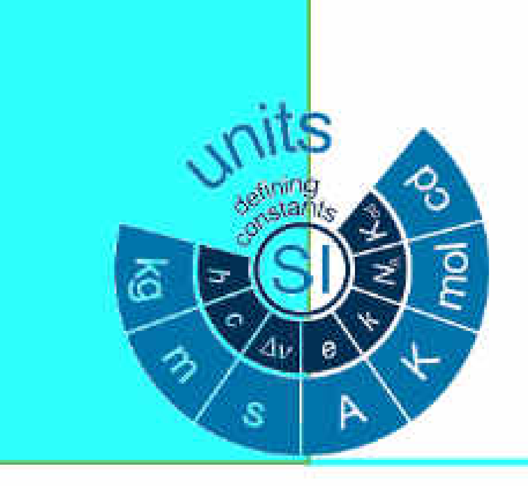
الميل = قيمة عظمي	الميل = متغير لكل نقطة ويساوي ميل المماس لكل نقطة	الميل = قيمة ثابتة	الميل = صفر

حساب الميل للمنحني الجيبي من نقطة لأخرى بتغيير ميل المماس

النقطة	ميل المماس
عند النقطة (a)	**الميل =** قيمة عظمي موجبة لأن المماس يصنع زاوية قائمة مع المحور الأفقي.
عند النقطة (b)	**الميل =** أقل من النقطة (a) لنقص الزاوية بين المماس والمحور الأفقي. وقيمته موجبة
عند النقطة (c)	**الميل =** أقل من النقطة (b) لنقص الزاوية بين المماس والمحور الأفقي.
عند النقطة (d)	**الميل =** صفر للأن الزاوية بين المماس والمحور الأفقي صفر.

الميل: هو ميل الخط المستقيم على الافقي، وهناك تناسب طردي بين قيمة الميل وقيمة الزاوية

حيث: (الميل = $\tan\theta$)



الكميات الفيزيائية الواردة والمستخدمة في المنهج ورموزها ووحدات قياسها

الكمية الفيزيائية	الرمز	وحدة القياس	
المسافة أو الإزاحة	d	متر	m
سعة الاهتزازة	A	متر	m
الطول الموجى	λ (لمدا)	متر	m
التردد	υ (نيو)	هيرتز = ثانية$^{-1}$	$Hz = s^{-1}$
الزمن	t	ثانية	s
الزمن الدوري	T	ثانية	s
سرعة انتشار موجة	v	م/ث	m/s
معامل الانكسار	n	-	-
سرعة الضوء فى الفراغ	c	م/ث	m/s
زاوية السقوط	ϕ (فاى)	درجة	deg
زاوية الانعكاس أو الانكسار	θ (ثيتا)	درجة	deg
الزاوية الحرجة	ϕ_c	درجة	deg
زاوية رأس المنشور	A	درجة	deg
زاوية الانحراف	α (ألفا)	درجة	deg
زاوية النهاية الصغرى للانحراف	α_o	درجة	deg
قوة التفريق اللونى لمنشور	ω_α (أوميجا ألفا)	-	-
الكتلة	m	كجم	kg
الحجم	V_{ol}	م^3	m^3
الكثافة	ρ (رؤ)	كجم/م^3	kg/m^3
معدل السريان الكتلى	Q_m	كجم/ث	kg/s
معدل السريان الحجمى	Q_v	م^3/ث	m^3/s
القوة	F	نيوتن = كجم.م/ث^2	$N=kg.m/s^2$
المساحة	A	م^2	m^2
معامل اللزوجة	η_{Vs} (إيتا)	نيوتن.ث/م^2 = كجم/م.ث	$N.s/m^2$ = kg/m.s



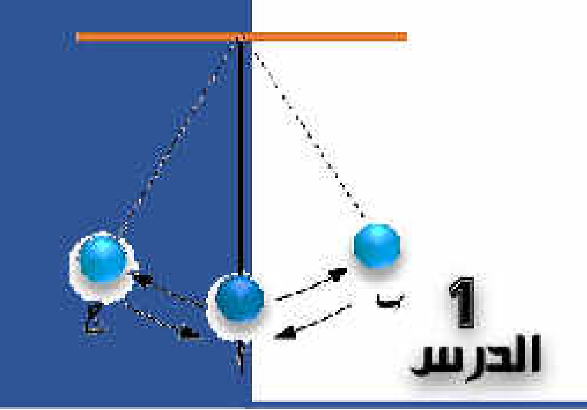
الفصل الأول

الحركة الموجية

الدرس 1
من بداية الفصل
إلى الحركة التوافقية البسيطة

الدرس 2
من أنواع الموجات الميكانيكية
إلى الموجات الكهرومغناطيسية

الدرس 3
من قانون سرعة انتشار الموجة
إلى نهاية الفصل



أهداف الفصل الأول

بعد دراسة هذا الفصل يجب أن يكون الطالب قادراً على أن :

- يتعرف معنى الحركة الموجية.
- يذكر أنواع الموجات.
- يتعرف شروط الحصول على الموجات الميكانيكية
- يتعرف بعض المفاهيم عن الحركة الاهتزازية.
- يتعرف معنى الاهتزازة الكاملة.
- يتعرف معنى سعة الاهتزازة.
- يتعرف معنى الطور.
- يتعرف معنى التردد والزمن الدوري.
- يجري تجارب لتوضيح طبيعة الموجات المستعرضة باستخدام وتر طويل.
- يجري تجارب لتوضيح طبيعة الموجات الطولية باستخدام ملف زنبركي طويل.
- يرسم شكل تخطيطي للموجات الطولية والمستعرضة.
- يقارن بين الموجات الطولية والمستعرضة.
- يستنتج العلاقة بين سرعة انتشار الموجات والتردد والطول الموجي.
- يقارن بين الموجات الميكانيكية والكهرومغناطيسية.
- يكتسب مهارة حل المسائل على القوانين الواردة في هذا الفصل.



الحركة الموجية Wave motion

مقدمة

– سبق دراسة حركة الأجسام وعلمت أن هناك نوعين من الحركة وهما:

1. حركة انتقالية وتتميز بأن لها نقطة بداية ونقطة نهاية.
2. حركة دورية وهي تكرر نفسها بانتظام على فترات زمنية متساوية مثل (الحركة الموجية - الحركة الاهتزازية)

– عند إلقاء حجر في الماء تنتشر موجات على سطح الماء متخذة شكل دوائر مركزها مصدر سقوط الحجر، أي أن تصادم الحجر مع سطح الماء يعتبر مصدر اضطراب.

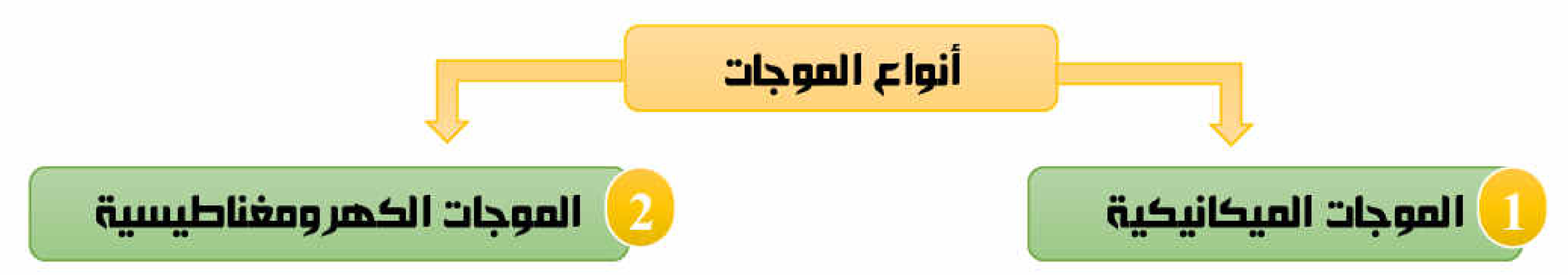
الموجة

اضطراب ينتقل وينقل الطاقة في اتجاه انتشاره.

إمسح

أمثلة للموجات

1. **موجات الماء:** أمواج نراها بالعين المجردة.
2. **موجات الصوت:** التي من خلالها نسمع ونتبادل الحديث مع بعض، وهي لا ترى بالعين المجردة ولكن ندركها من آثارها.
3. **موجات الراديو:** هي التي من خلالها نسمع صوت المذياع وندركها من آثارها.
4. **موجات التليفزيون:** موجات لا ترى بالعين وتقوم بنقل الصوت والصورة كالآتي:
   - **في محطة الإرسال:** يتحول الصوت والصورة إلى موجات كهرومغناطيسية تنتشر في الفراغ.
   - **في جهاز الاستقبال:** تصطدم الموجات الكهرومغناطيسية بالهوائي (الاريال) فتتحول إلى إشارة كهربية في جهاز الإستقبال ثم يحولها التليفزيون إلى صوت وصورة.
5. **موجات التليفون المحمول:** موجات كهرومغناطيسية تتم بالآلية التالية:
   - في جهاز المرسل (المتصل): يتحول الصوت إلى إشارة كهربية ثم إلى موجات كهرومغناطيسية تنتشر في الفراغ إلى أن تصل إلى جهاز المستقبل.
   - في جهاز المستقبل: تصطدم الموجات بهوائي الجهاز لدى المستقبل ويحولها إلى إشارات كهربية ثم إلى صوت.



1 الموجات الميكانيكية Mechanical waves



إمسح

الموجات الميكانيكية



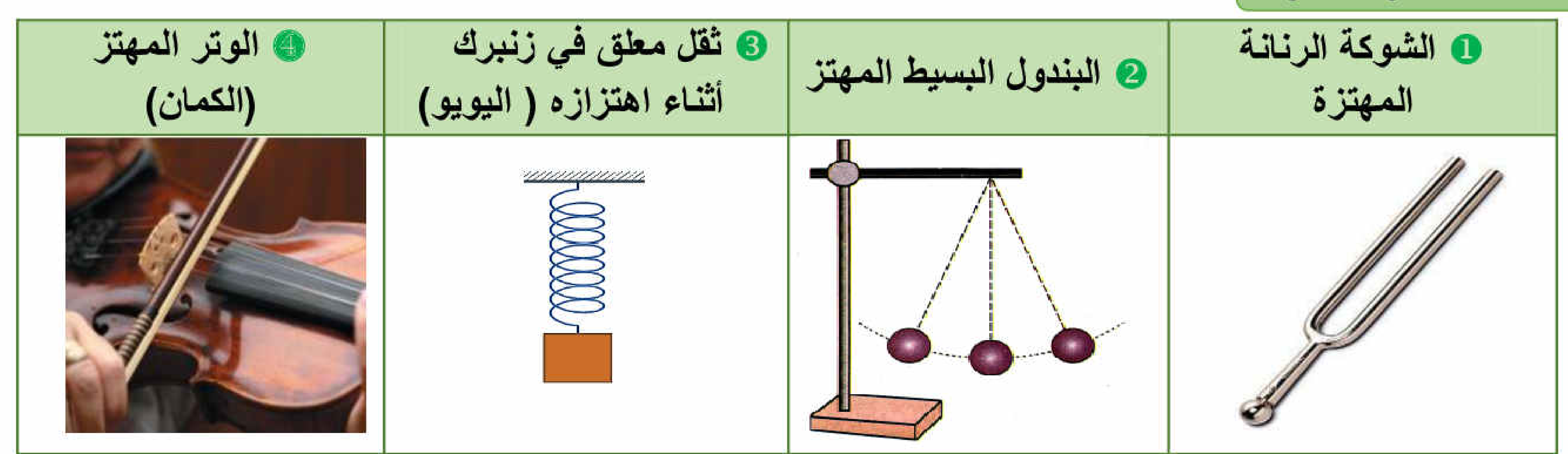
اضطراب يحتاج وسط مادي حتى ينتشر.



- **تنشأ من:** اهتزاز جزيئات الوسط بطريقتين إما في اتجاه **عمودي** على اتجاه انتشار الموجة أوفي **نفس** اتجاه انتشار الموجة.
- **الانتشار:** تنتشر خلال الأوساط المادية فقط (صلب – سائل – غاز).
- **أنواعها:** طولية ومستعرضة.
- **الرؤية:** يمكن أن نرى بعضها كاهتزاز الماء والأوتار ولا نرى بعضها مثل الصوت.
- **السرعة:** تختلف سرعتها باختلاف الوسط.
- **أمثلتها:** الماء ، الصوت ، اهتزاز الأوتار.
- **شروط حدوث الأمواج الميكانيكية:** ❶ **وجود مصدر مهتز.**
  ❷ **حدوث اضطراب ينتقل من المصدر المهتز إلى الوسط المحيط.**
  ❸ **وجود وسط مادي يسمح بانتقال الاضطراب خلاله.**

أمثلة المصادر المهتزة

❶ الشوكة الرنانة المهتزة	❷ البندول البسيط المهتز	❸ ثقل معلق في زنبرك أثناء اهتزازه (اليويو)	❹ الوتر المهتز (الكمان)





خلي بالك

❶ **لا يسمع صوت جرس يرن داخل ناقوس مخلخل الهواء** علل ...؟

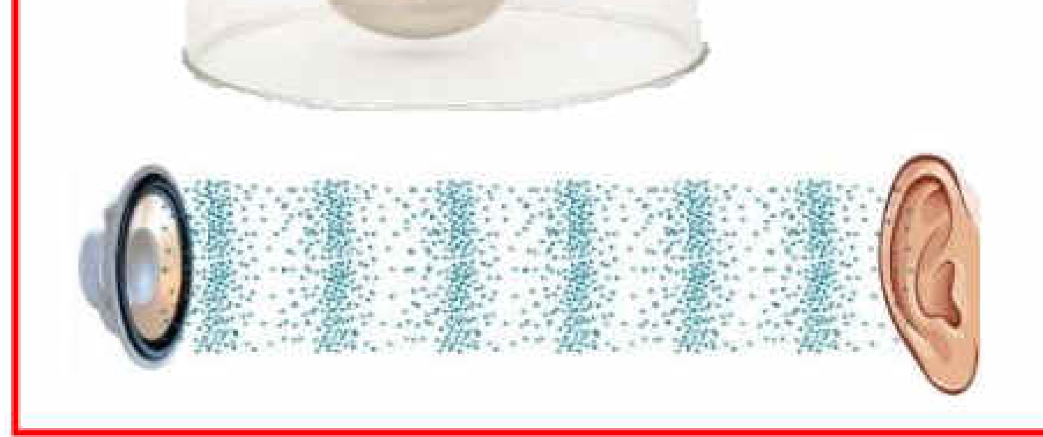
◄ **لا يسمع صوت الانفجارات الرهيبة الحادثة داخل الشمس**

لأن الصوت من الموجات الميكانيكية فلا ينتشر في الفراغ.

❷ **الموجات الميكانيكية (مثل الصوت) لا تنتشر في الفراغ.** علل ...؟

◄ **الموجات الميكانيكية تحتاج وسط مادي تنتشر فيه.**

لأنها تنشأ من اهتزاز جزيئات الوسط وفي الفراغ لا يوجد وسط مادي.



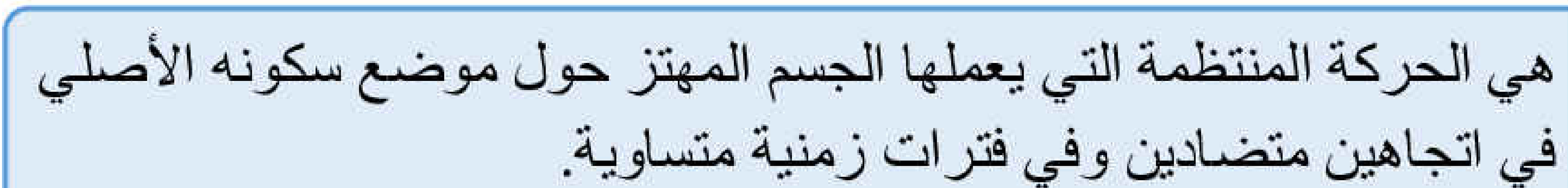
◄ **كيف تنتقل الموجات الميكانيكية؟ جـ:** عندما يهتز المصدر بكيفية ما تهتز جزيئات الوسط الملامسة للمصدر بنفس الكيفية ومنها إلى الجزيئات التي تليها ثم التي تليها وهكذا ينتقل الاضطراب على شكل موجة.

الحركة الاهتزازية Vibratory motion

– عندما يهتز المصدر فإنه يُحدث اضطراب (أو اهتزاز) لجزيئات الوسط ولذلك لابد من دراسة بعض المفاهيم المرتبطة **بالحركة الاهتزازية**.

بعض الكميات الفيزيائية المرتبطة بالحركة الاهتزازية

الحركة الاهتزازية



هي الحركة المنتظمة التي يعملها الجسم المهتز حول موضع سكونه الأصلي في اتجاهين متضادين وفي فترات زمنية متساوية.



– عندما يتحرك ثقل البندول مبتعدا عن موضع سكونه (أ) فإنه يصنع **إزاحة** (d)

الإزاحة (d)

هي بعد الجسم المهتز في أي لحظة عن موضع سكونه أو اتزانه الأصلي.

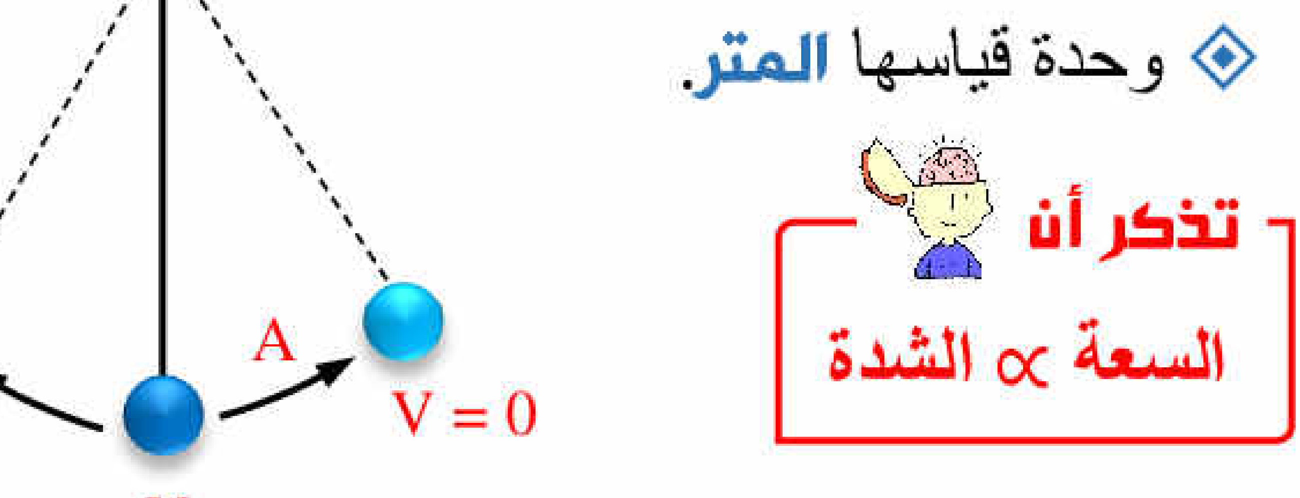
◈ وهي **كمية متجهة** ووحدة قياسها **المتر**.

– أقصى إزاحة يصنعها ثقل البندول بعيداً عن موضع سكونها (أ ب أو أ ج) تسمى **سعة الاهتزازة** (A)

سعة الاهتزازة (A)

هي أقصى إزاحة يحدثها الجسم المهتز بعيدا عن موضع سكونه.
أو المسافة بين نقطتين متتاليتين في مسار حركة الجسم المهتز تكون سرعته في أحداهما أقصاها وفي الأخرى منعدمة.

◈ وحدة قياسها **المتر**.

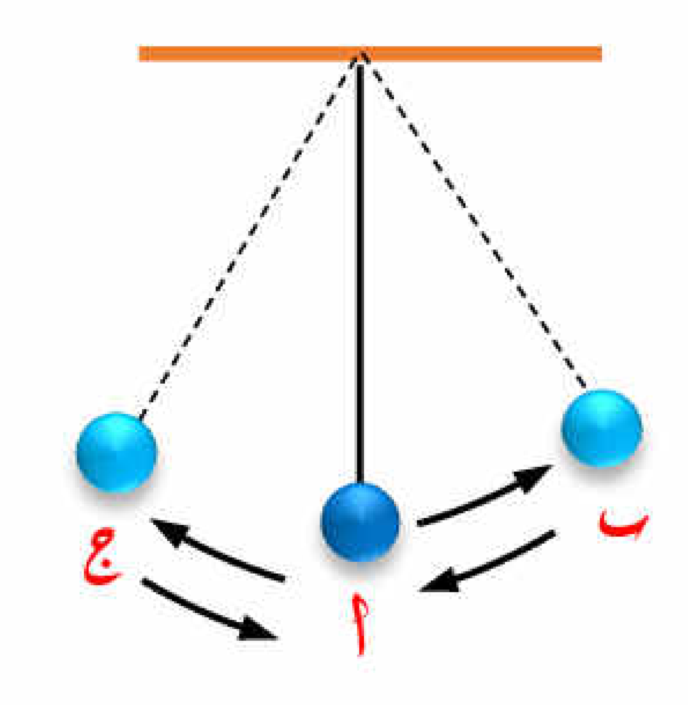


الاهتزازة الكاملة

– عندما يتحرك ثقل البندول مبتدأ من النقطة أ إلى ب ثم يعود من ب إلى أ ثم يتحرك من أ إلى ج ثم يعود من ج إلى أ مرة أخرى أي أن ثقل البندول تحرك كالتالي:

(أ ب ← ب أ ← أ ج ← ج أ)

وبالتالي يكون مر بنقطة السكون (أ) مرتين متتاليين في نفس الاتجاه وبنفس السرعة أي يكون للجسم نفس **الطور** عند مروره بنفس النقطة للمرة الثانية وبالتالي يكون قد صنع اهتزازة كاملة.



تعريف الاهتزازة الكاملة (الذبذبة الكاملة) أو (الدورة الكاملة)

هي الحركة التي يعملها الجسم المهتز في الفترة الزمنية التي تمضي بين مروره بنقطة واحدة في مسار حركته مرتين متتاليتين في اتجاه واحد وبنفس السرعة.

ملاحظة ... !!

تكون طاقة حركة البندول البسيط المهتز:

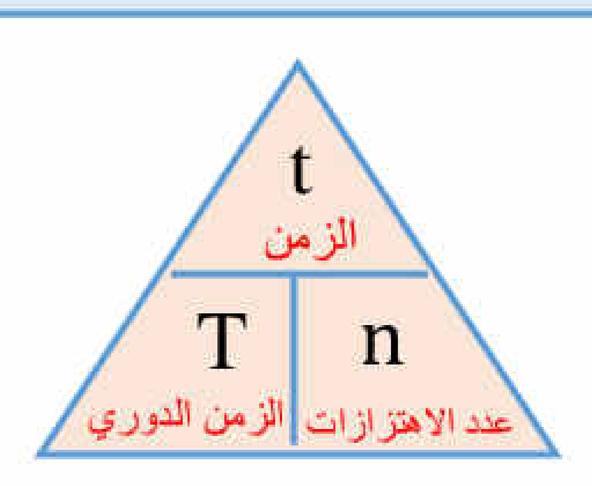
① **أكبر ما يمكن:** عند موضع السكون النقطة (أ)　② **أقل ما يمكن:** على جانبي موضع السكون (ب , ج)

الزمن الدوري (T)

الزمن الدوري (T)

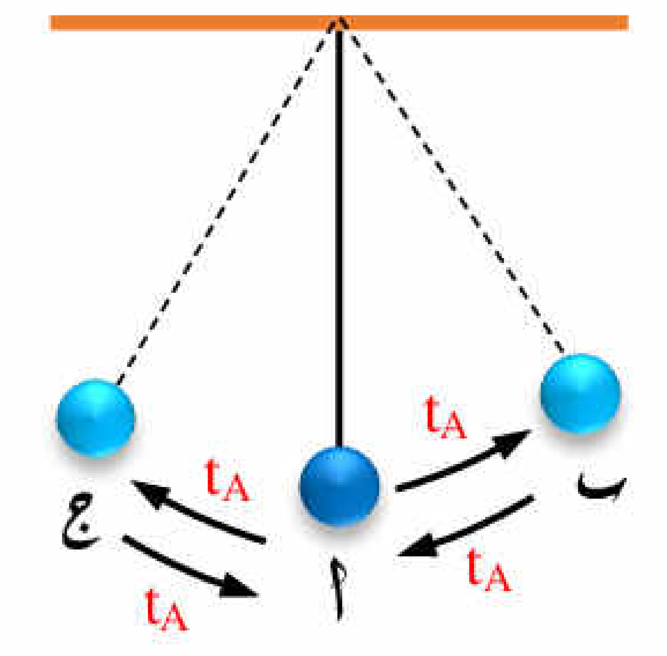
هو الزمن الذي يستغرقه الجسم المهتز لعمل اهتزازة كاملة.
أو هو الزمن الذي يستغرقه الجسم المهتز ليمر بنقطة واحدة في مسار حركته مرتين متتاليتين في اتجاه واحد.

◈ **القانون:** الزمن الدوري (T) = $\frac{\text{الزمن الكلي بالثانية}}{\text{عدد الاهتزازات الكلي}}$



◈ **الصيغة الرياضية:** $T = \frac{t}{n}$

(**حيث:** t الزمن الكلي بالثواني ، n عدد الاهتزازات الكاملة.)





الزمن الدوري = 4 × زمن سعة الاهتزازة **أي أن :** ($T = 4 \times t_A$)

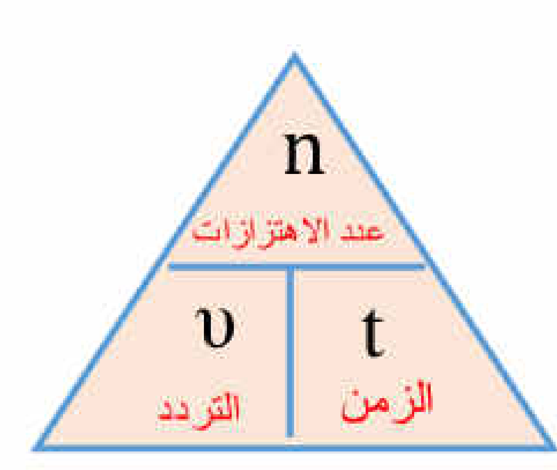
التردد (υ)

التردد (υ)

هو عدد الاهتزازات الكاملة التي يحدثها الجسم المهتز في الثانية الواحدة

◈ **وحدة قياسه:** الهرتز (Hz) وتكافئ s^{-1} أو ذبذبة/sec أو cycle/sec

◈ **القانون:** التردد (υ) = $\frac{\text{عدد الاهتزازات الكلي}}{\text{الزمن الكلي بالثانية}}$



◈ **الصيغة الرياضية:** $\upsilon = \frac{n}{t}$

(**حيث:** t الزمن الكلي بالثواني ، n عدد الاهتزازات الكاملة.)

ملاحظة ... !!

(١) من علاقة الزمن الدوري : $T = \frac{t}{n}$ ، ومن علاقة التردد : $\upsilon = \frac{n}{t}$

فإن حاصل ضرب التردد × الزمن الدوري = 1 ($\upsilon \times T = \frac{n}{t} \times \frac{t}{n} = 1$)

وبالتالي التردد يساوي مقلوب الزمن الدوري والعكس صحيح أي أن: $\upsilon \times T = 1$ ، $\upsilon = \frac{1}{T}$ ، $T = \frac{1}{\upsilon}$

(٢) يمكن أن يقاس التردد بوحدة s^{-1} لأن التردد مقلوب الزمن الدوري.

العلاقة بين	الشكل البياني	القانون ودلالة الميل
التردد والزمن الدوري	υ ، T	
التردد ومقلوب الزمن الدوري	υ ، $\frac{1}{T}$ ، 45°	$\upsilon = \frac{1}{T}$ $\therefore \text{slope} = \frac{\Delta\upsilon}{\Delta\frac{1}{T}} = \upsilon.T = 1$

ملاحظات لحل المسائل (1)

❶ لحساب سعة الاهتزازة $(A) = (\frac{1}{4})$ الاهتزازة الكاملة.

❷ لحساب الزمن الدوري : $T = \frac{1}{\upsilon}$ أو $T = 4 \times t_A$ أو $T = \frac{t}{n}$

❸ لحساب التردد : $\upsilon = \frac{1}{T}$ أو $\upsilon = \frac{n}{t}$

مثال 1

جسم مهتز يحدث $\frac{1}{4}$ اهتزازة كاملة في $\frac{1}{80}$ من الثانية احسب: ❶ الزمن الدوري ❷ التردد

المعطيات

$t_A = \frac{1}{80}$ s

الإجابة

❶ $T = 4 \times t_A = 4 \times \frac{1}{80} = \frac{1}{20} = \mathbf{0.05\ s}$

❷ $\upsilon = \frac{1}{T} = \frac{1}{0.05} = \mathbf{20Hz}$

مثال 2

بندول بسيط يصنع 1200 ذبذبة في الدقيقة وفي كل اهتزازة كاملة يقطع مسافة 20 سم احسب:
❶ سعة اهتزازة البندول ❷ التردد ❸ الزمن الدوري

المعطيات

n = 1200 ذبذبة
t = 60 s
X = 20 cm

الإجابة

سعة الاهتزازة = $\frac{1}{4}$ × الاهتزازة الكاملة

❶ $A = \frac{1}{4} \times 20 = \mathbf{5\ cm}$

❷ $\upsilon = \frac{n}{t} = \frac{1200}{60} = \mathbf{20Hz}$

❸ $T = \frac{1}{\upsilon} = \frac{1}{20} = \mathbf{0.05s}$

مثال 3

جسم مهتز زمنه الدوري = $\frac{1}{4}$ تردده احسب التردد والزمن الدوري له.

المعطيات

$T = \frac{1}{4}\upsilon$

الإجابة

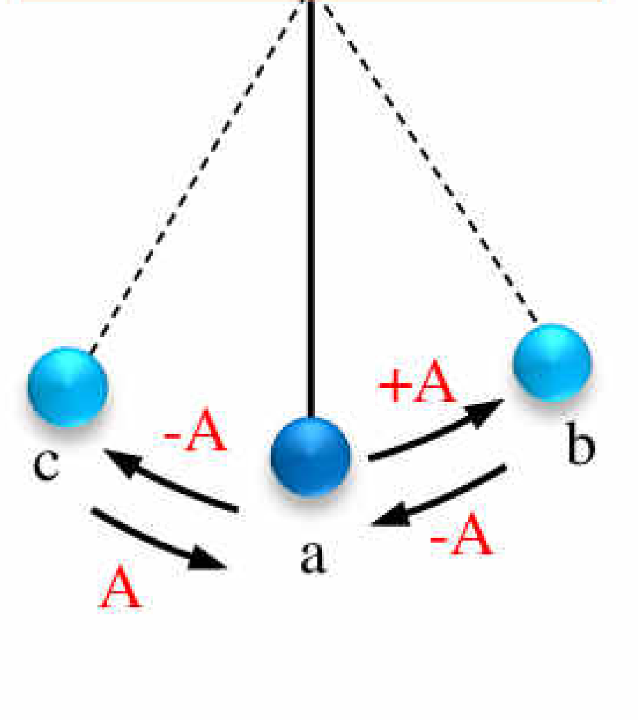
$\therefore T = \frac{1}{4}\upsilon \Rightarrow \frac{1}{\upsilon} = \frac{1}{4}\upsilon \Rightarrow \therefore \upsilon^2 = 4 \quad \therefore \upsilon = \mathbf{2\ Hz} \Rightarrow \therefore T = \mathbf{\frac{1}{2}\ s}$

الحركة التوافقية البسيطة

هي أبسط صورة للحركة الاهتزازية.

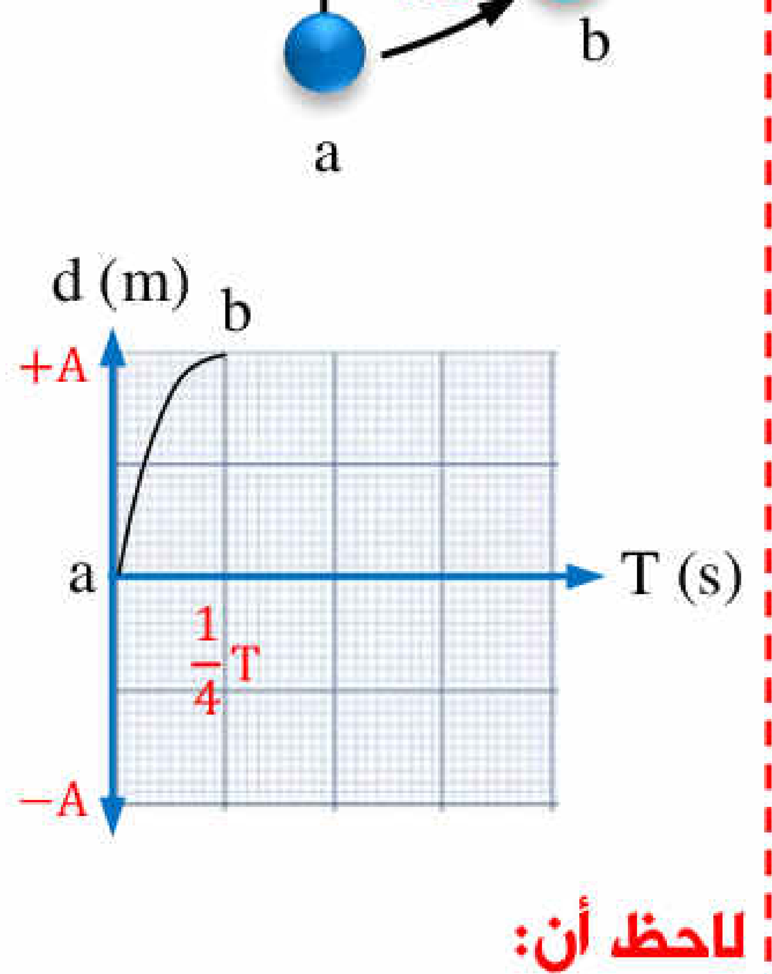
◈ **من أمثلتها:** أرجوحة الأطفال، البندول البسيط المهتز.

دراسة حركة بندول بسيط.



❶ **تغير إزاحة الثقل مع الزمن:** **تبدأ** الاهتزازة من نقطة (a) ثم **تزيد الازاحة** تدريجيا إلى قيمة قصوى موجبة عندما يصل (b) ثم **تقل الإزاحة** إلى صفر عندما يعود للنقطة (a) ثم **تزيد** إلى قيمة قصوى سالبة عند النقطة (C) ثم **تقل الإزاحة** إلى صفر عندما **يعود** ثانية للنقطة (a) وتتكرر العملية.

❷ **تغير سرعة ثقل البندول مع الزمن:** تختلف سرعة الثقل من نقطة لأخرى في مسار حركته فسرعته عند النقطتين (c , b) **تساوي صفر** أما سرعته عند مروره بالنقطة (a) **أكبر ما يمكن.**

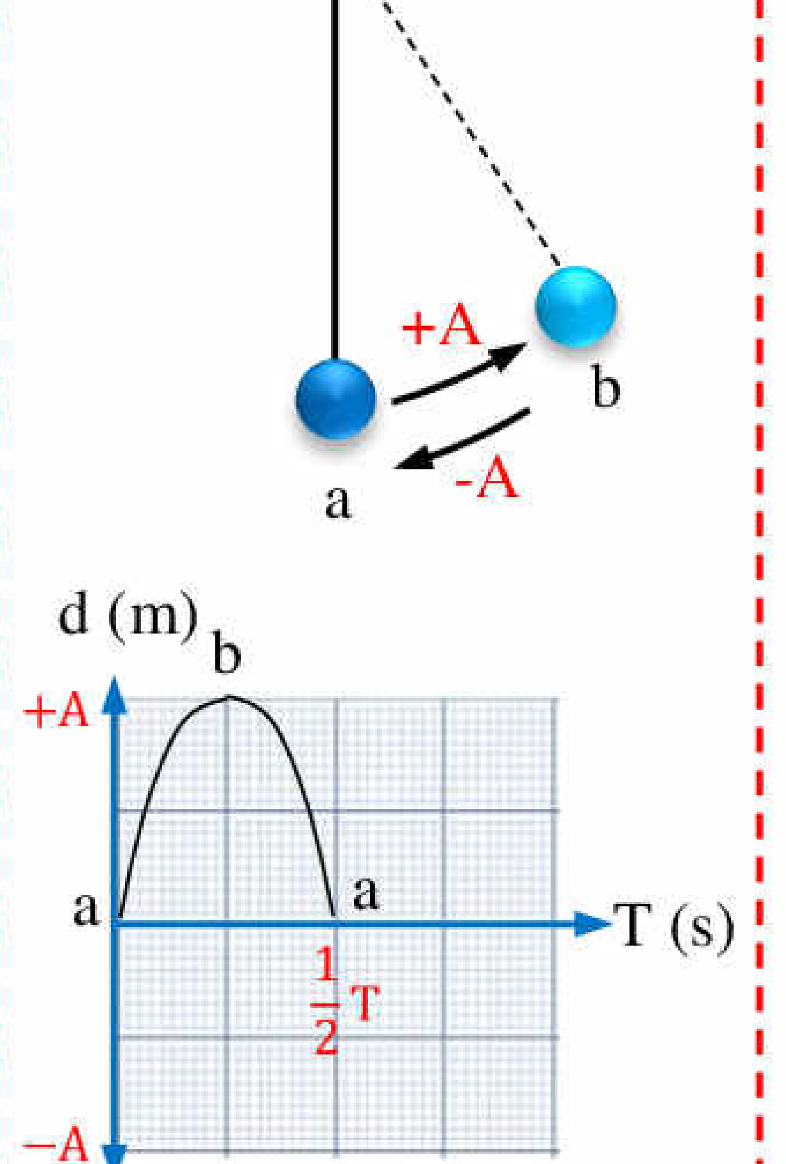


للاحظ أن:

خلال ربع الزمن الدوري الأول

السرعة تقل تدريجياً حتى تنعدم.

الازاحة تزداد بمرور الزمن.

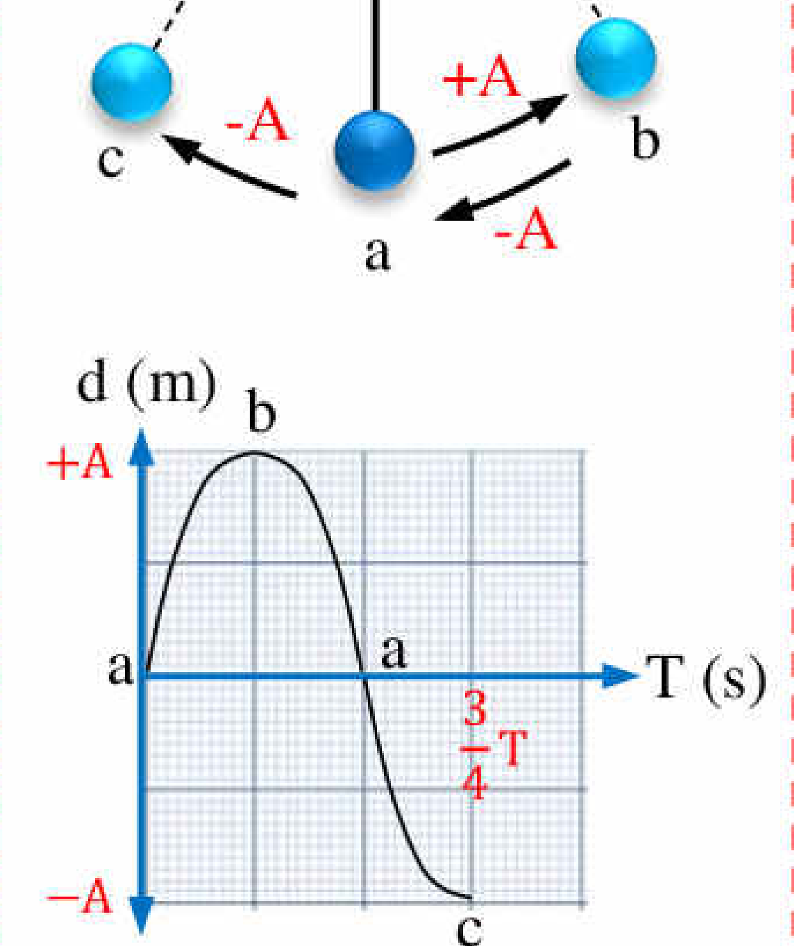


للاحظ أن:

خلال ربع الزمن الدوري الثاني

السرعة تزداد تدريجياً

الازاحة تقل بمرور الزمن.

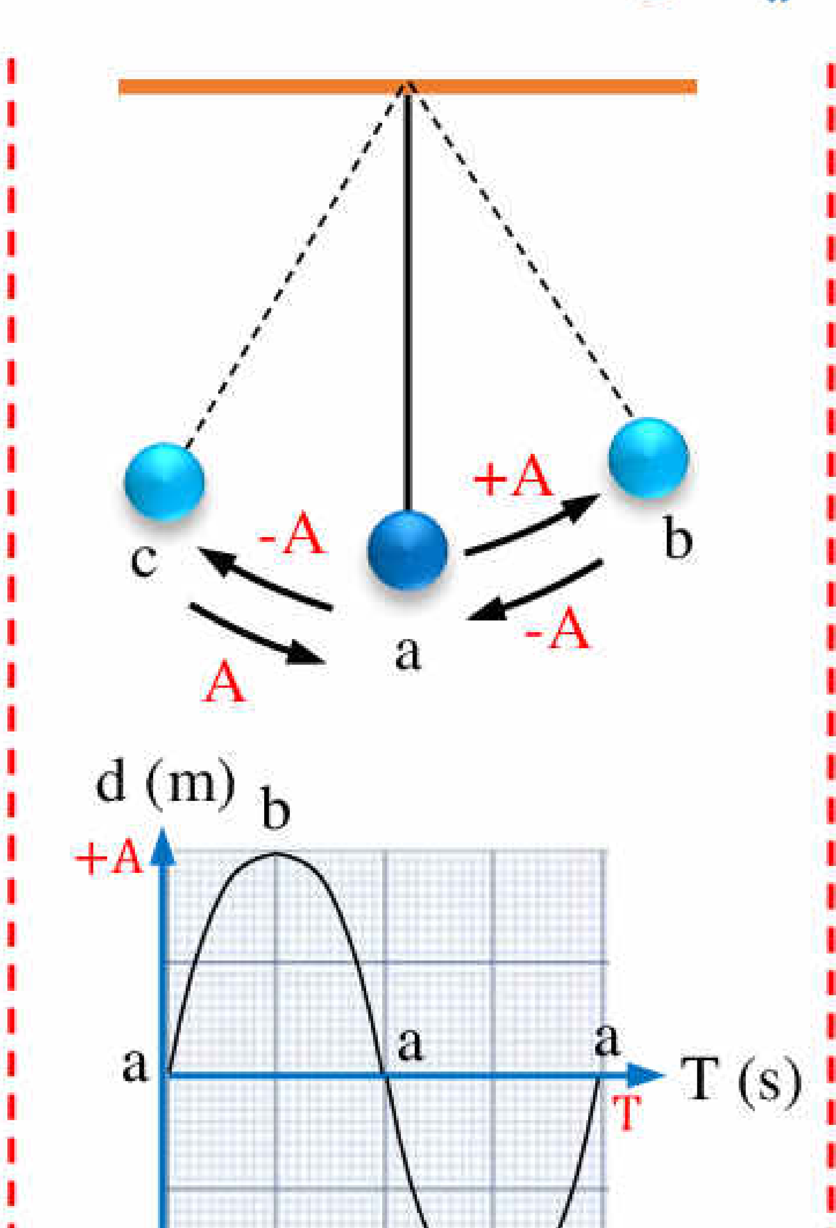


للاحظ أن:

خلال ربع الزمن الدوري الثالث

السرعة تقل تدريجياً حتى تنعدم.

الازاحة تزداد بمرور الزمن.



للاحظ أن:

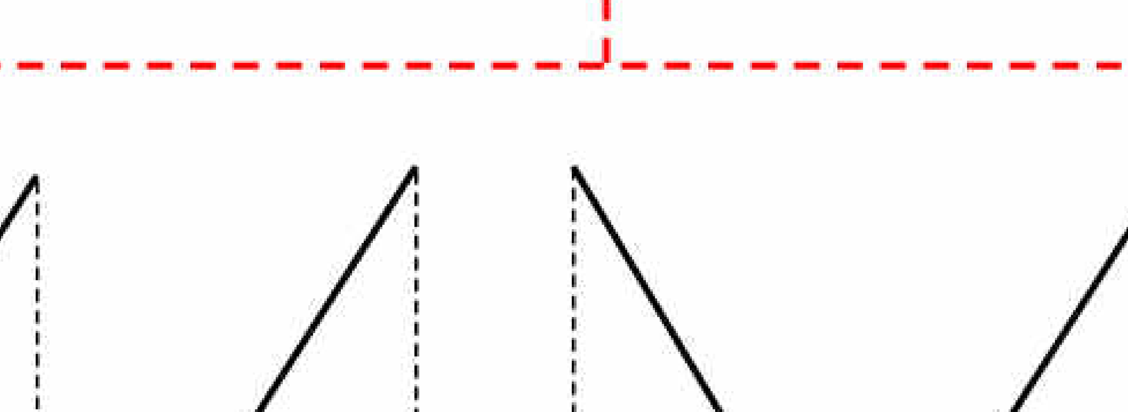
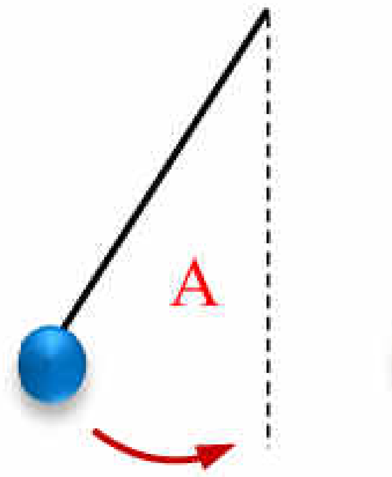
خلال ربع الزمن الدوري الرابع

السرعة تزداد تدريجياً.

الازاحة تقل بمرور الزمن.

❸ **تغير إزاحة ثقل البندول بتغير الطور:**

♦ **في الشكل المقابل:**

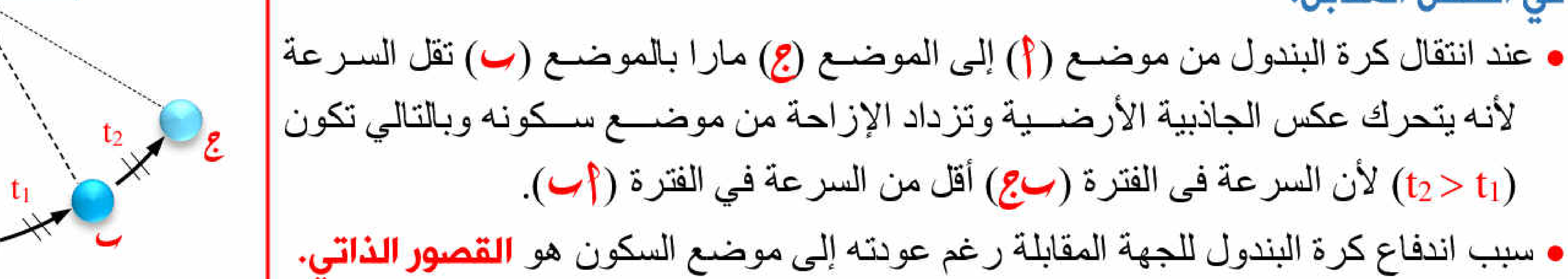
أ) نجد أن (A , D) لهما نفس الطور لأن الثقل عندهما له نفس السرعة والاتجاه.

ب) أما (C,B) ليس لهما نفس الطور لأن سرعة أحدهما (C) تزايديه بينما (B) تناقصية رغم أن الحركتين لهما نفس الاتجاه.

جـ) أما (C,D) ليس لهما نفس الطور لأنهم مختلفين في الاتجاه رغم أن سرعتهم تزداد.

الطور

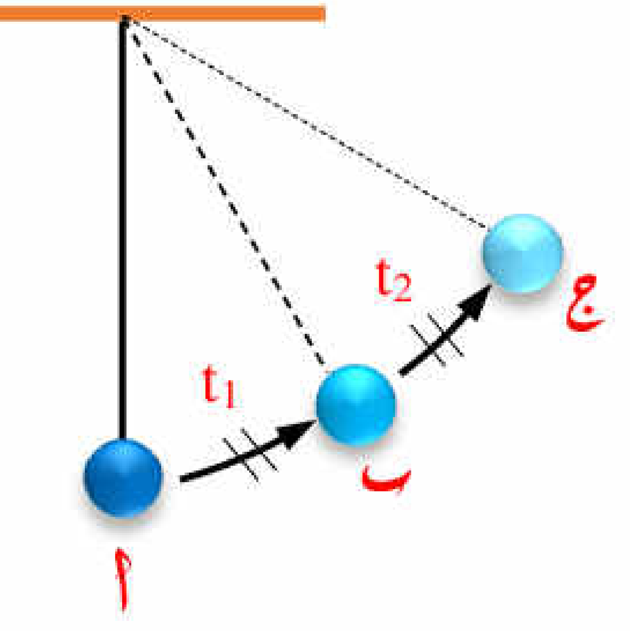
هو موضع واتجاه حركة جزئ من جزيئات الوسط في لحظة معينة.



تذكر أن

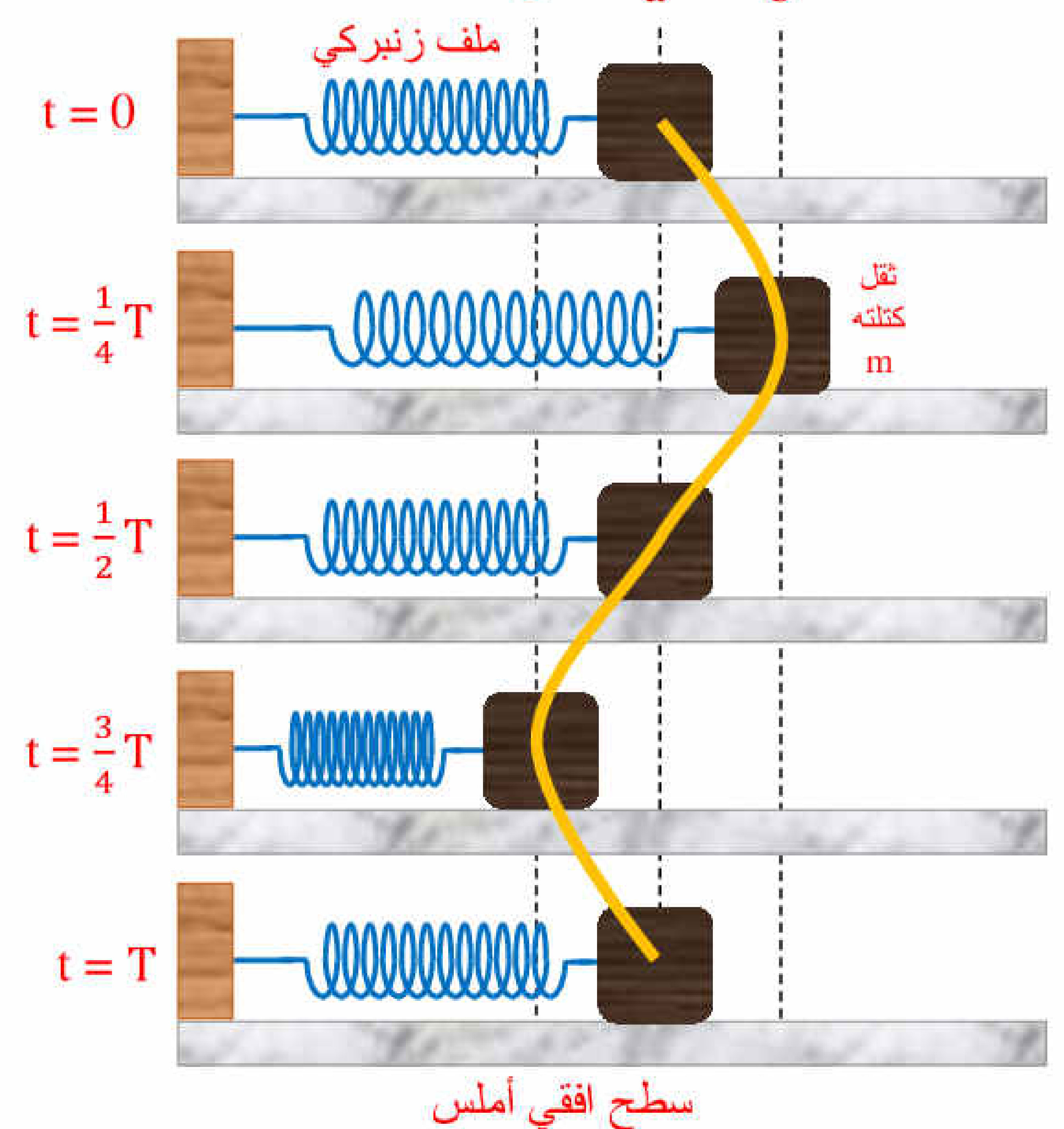
في الشكل المقابل:

- عند انتقال كرة البندول من موضع (أ) إلى الموضع (ج) مارا بالموضع (ب) تقل السرعة لأنه يتحرك عكس الجاذبية الأرضية وتزداد الإزاحة من موضع سكونه وبالتالي تكون ($t_2 > t_1$) لأن السرعة في الفترة (ب ج) أقل من السرعة في الفترة (أ ب).
- سبب اندفاع كرة البندول للجهة المقابلة رغم عودته إلى موضع السكون هو **القصور الذاتي**.



تمثيل الحركة التوافقية البسيطة بيانيا

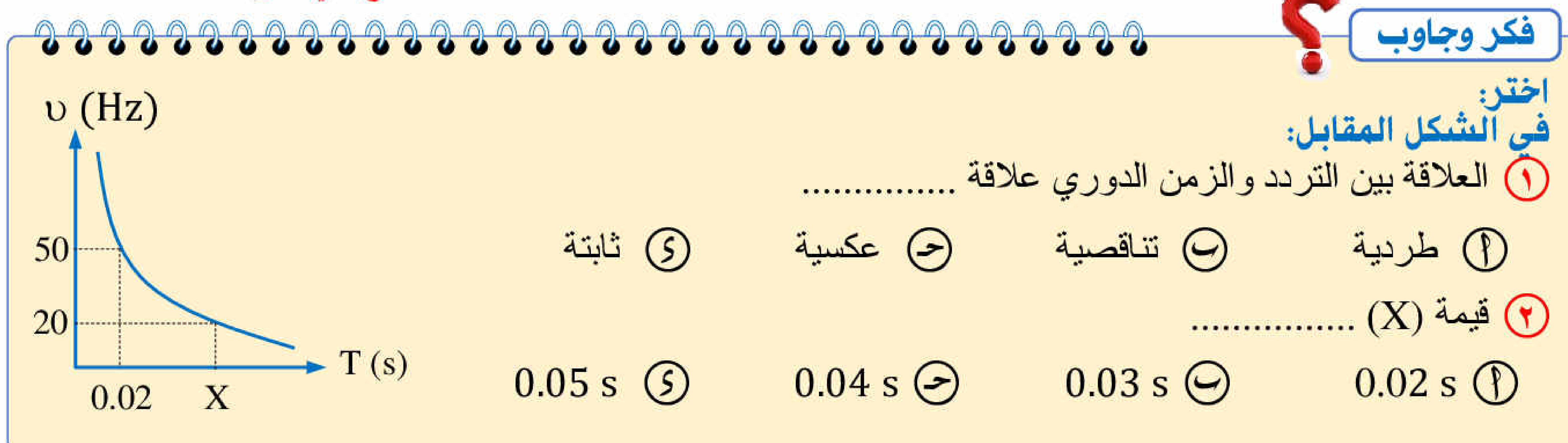
رسم المنحنى البياني (منحنى الجيب) الذي يوضح العلاقة بين بعد مركز ثقل الجسم عند موضع استقراره والزمن؟



1. نضع ثقلا كتلته m فوق سطح أفقي أملس ومثبت أحد طرفيه بزنبرك طرفه الآخر مثبت في حائط رأسي
2. نجذب الثقل في اتجاه محور الزنبرك ثم نتركه، نجد أنه يتحرك حول موضع استقراره حركة ترددية نحو الزنبرك وبعيدا عنه وتسمى الحركة التوافقية البسيطة
3. إذا رسمنا المنحنى البياني الذي يتحرك بموجبه الثقل عن وضع استقراره بالنسبة للزمن نحصل على المنحنى البياني الموضح بالشكل وهو منحنى الجيب وهو ما يميز الحركة التوافقية البسيطة

خلي بالك

يمكن استخدام ملف زنبركي (يويو) في نهايته ثقل ومثبت رأسياً للحصول علي المنحنى البياني **(منحنى الجيب Sine curve)**.



فكر وجاوب

اختر:

في الشكل المقابل:

(١) العلاقة بين التردد والزمن الدوري علاقة ....

(أ) طردية (ب) تناقصية (ج) عكسية (د) ثابتة

(٢) قيمة (X) ....

(أ) 0.02 s (ب) 0.03 s (ج) 0.04 s (د) 0.05 s

1 أسئلة الاختيار من متعدد

(1) تقوم الموجات بنقل .... فى اتجاه انتشارها.

(أ) المادة (ب) الجسيمات (ج) الطاقة

(2) من الموجات التي تتطلب ضرورة وجود وسط مادي لانتشارها ....

(أ) موجات الصوت (ب) موجات الضوء (ج) موجات الرا (د) موجات أشعة جاما

(3) لا يتنقل الصوت فى ....

(أ) الماء (ب) الحديد (ج) الفراغ (د) الهواء

(4) جميع الموجات الآتية ميكانيكية عدا موجات ....

(أ) الماء (ب) الصوت (ج) وتر مهتز (د) الراديو

(5) جميع الموجات الآتية لا يمكن أن نراها بالعين المجردة ما عدا ....

(أ) الماء (ب) الصوت (ج) التليفون المحمول (د) الراديو

(6) من شروط حدوث الموجات الميكانيكية ....

(أ) وجود مصدر مهتز (ب) حدوث اضطراب (ج) وجود وسط مادي (د) جميع ما سبق

(7) بعد الجسم المهتز عن موضع سكونه في لحظة ما يعرف بـ .....

(أ) الزمن الدورى (ب) الإزاحة (ج) سعة الاهتزازة (د) التردد

(8) أقصى إزاحة يصل إليها الجسم المهتز عن موضع سكونة في اتجاه ما ....

(أ) الزمن الدورى (ب) التردد (ج) سعة الاهتزازة (د) الإزاحة

(9) الزمن الذي يستغرقه الجسم المهتز فى عمل اهتزازة كاملة يسمى ....

(أ) الزمن الدورى (ب) التردد (ج) سعة الاهتزازة (د) الإزاحة

(10) زمن وصول الجسم المهتز لأقصى إزاحة يساوى ....

(أ) $\frac{1}{2}T$ (ب) $\frac{1}{4}T$ (ج) T (د) $\frac{3}{4}T$

(11) تعرف عدد الاهتزازات التي يعملها الجسم المهتز في الثانية الواحدة باسم ....

(أ) الطول الموجي (ب) سعة الاهتزازة (ج) التردد (د) الاهتزازة الواحدة

(12) حاصل ضرب التردد فى الزمن الدورى يساوى ....

(أ) سعة الاهتزازة (ب) الاهتزازة الكاملة (ج) التردد (د) الواحد الصحيح

(13) عندما يهتز المصدر بتردد معين تهتز دقائق الوسط ....

Ⓐ بتردد مختلف Ⓑ بنفس التردد Ⓒ بتردد أصغر من تردد المصدر Ⓓ بتردد يتناقص بالتدريج

(14) عند أقصى إزاحة للجسم المهتز تكون سرعة الجسم المهتز ....

Ⓐ أقصى سرعة Ⓑ نصف أقصى سرعة Ⓒ منعدمة Ⓓ ثلث أقصى سرعة

(15) إذا كان الزمن الذي يستغرقه الجسم المهتز في عمل اهتزازة كاملة هو 0.1s ، فإن عدد الاهتزازات الكاملة التي يحدثها الجسم المهتز في زمن 100s هو .... اهتزازة .

Ⓐ 10 Ⓑ 100 Ⓒ 1000 Ⓓ 10000

(16) زيادة سعة الموجة المنتشرة في وسط ما يؤدي إلى ....

Ⓐ زيادة السرعة Ⓑ زيادة التردد Ⓒ زيادة الطول الموجي Ⓓ زيادة الشدة

(17) التردد يقاس بكل من الوحدات التالية ما عدا

Ⓐ s^{-1} Ⓑ cycle /s Ⓒ s Ⓓ Hz

(18) تصنع كرة بندول خلال زمن دوري T ثانية إزاحة تعادل ....

Ⓐ ربع اهتزازة كاملة Ⓑ نصف اهتزازة كاملة Ⓒ ضعف اهتزازة كاملة Ⓓ صفر.

(19) استغرقت أقصى إزاحة لوتر مهتز 0.002s فيكون تردده ....

Ⓐ 250 Hz Ⓑ 125 Hz Ⓒ 500 Hz.

(20) في الشكل المقابل: قوة الشد في الخيط أكبر ما يمكن عند الموضع ....

Ⓐ a Ⓑ b Ⓒ c Ⓓ جميعهم متساوية

(21) إذا زاد تردد البندول للضعف فإن الزمن الدورى ....

Ⓐ يزداد للضعف Ⓑ يقل لنصف Ⓒ يظل ثابت

(22) الشكل المقابل : يمثل وتر مهتز في الهواء بتردد (υ) فإن :

تردد الموجة الحادثة في الهواء .... التردد الذي يهتز به الوتر

Ⓐ أكبر من Ⓑ أقل من Ⓒ يساوي

(23) في الشكل المقابل : ثقل بندول جذب جانباً ثم ترك ليتحرك بحرية فإذا كان زمن انتقال الثقل من X إلى Y هو 0.2 s فإن تردد الحركة الاهتزازية للبندول هو......

Ⓐ 50 Hz Ⓑ 10 Hz Ⓒ 5 Hz Ⓓ 2.5 Hz

(24) في الشكل المقابل : عند اهتزاز بندول وأثناء حركة كرة البندول في الاتجاه الموضح بالرسم فإن

c
a
b

❶ طاقة حركة كرة البندول ....

(أ) تتناقص (ب) تتزايد (جـ) تظل ثابتة .

❷ طاقة وضع كرة البندول ....

(أ) تتناقص (ب) تتزايد (جـ) تظل ثابتة

❸ مجموع طاقتي الوضع والحركة عند نقطة (b) .... طاقة الوضع عند (c)

(أ) أكبر من (ب) أقل من (جـ) يساوي

❹ زمن وصول كرة البندول من (a) إلى (b) .... زمن وصولها من (b) إلى (c)

(أ) أكبر من (ب) أقل من (جـ) يساوي

(25) في الشكل المقابل:

d
y
x

❶ أي العلاقات التالية تعبر عن العلاقة بين ازاحة كرة البندول من موضع السكون والزمن

d t (أ) d t (ب) d t (جـ) d t (د)

(26) العلاقة البيانية التي توضح علاقة الزمن الدوري بالزمن الكلي لبندول يتحرك حركة اهتزازية منتظمة.

T t (أ) T t (ب) T t (جـ) T t (د)

(27) الشكل المقابل : يمثل حركة ثقل معلق في ملف زنبركي فإن :

b
a
c
5 cm

❶ سعة الاهتزازة تساوي ....

(أ) 5cm (ب) 2.5cm (جـ) 10cm (د) 20cm

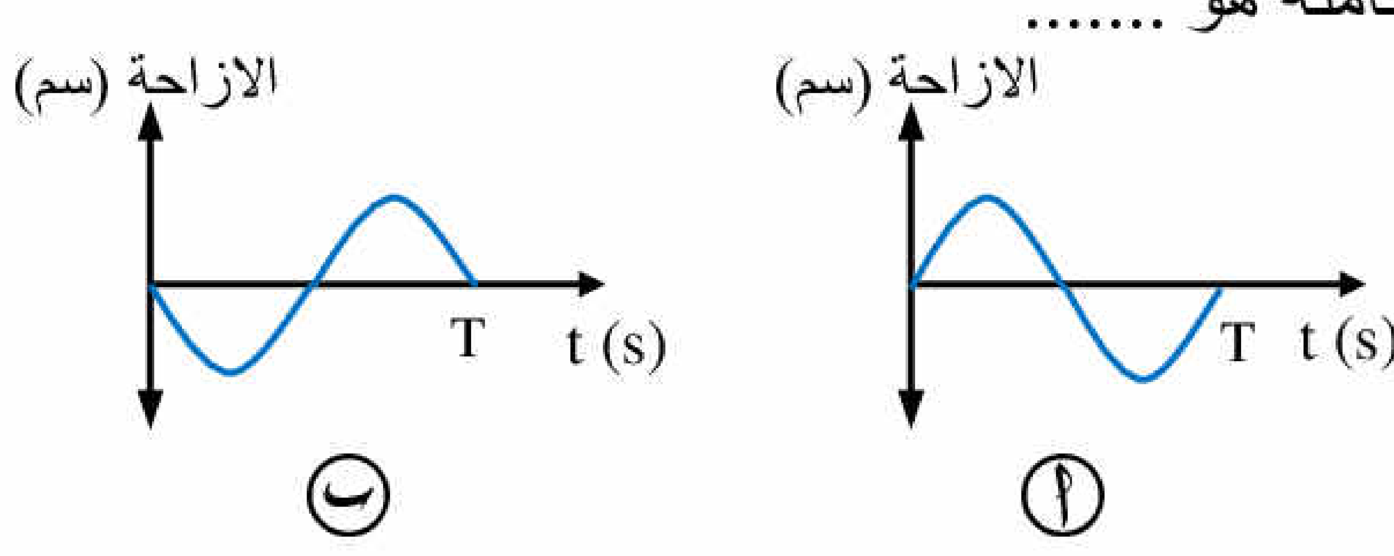
❷ المسافة التي يقطعها الثقل خلال دورة كاملة تساوي ....

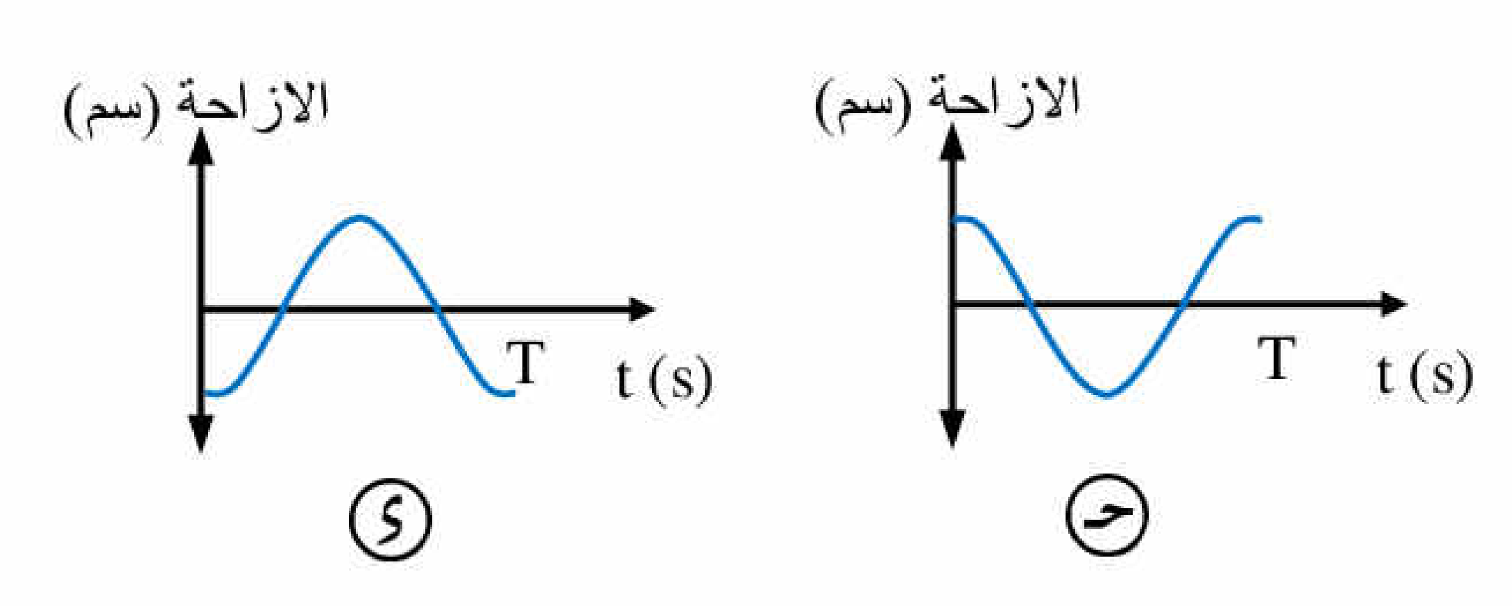
(أ) 5cm (ب) 2.5cm (جـ) 10cm (د) 20cm

❸ إذا كان الثقل يعمل 150 اهتزازة في الدقيقة فإن الزمن الدوري له يساوي ....

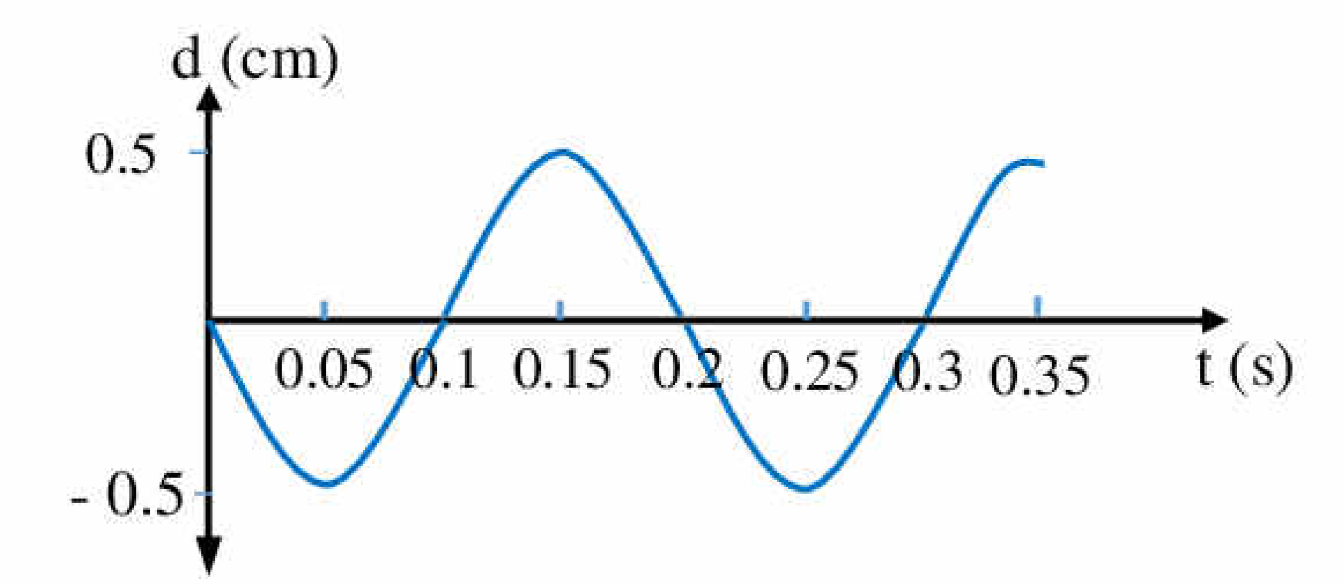
(أ) 5s (ب) 2.5s (جـ) 0.8s (د) 0.4s

❹ الشكل البياني الذي يمثل العلاقة بين إزاحة الثقل مع الزمن عندما يبدأ الاهتزاز من الموضع (b) بحيث يعمل دورة كاملة هو ....





(28) الشكل البياني المقابل : يمثل العلاقة بين إزاحة جسم مهتز والزمن ، من البيانات المدونة على الشكل فإن :



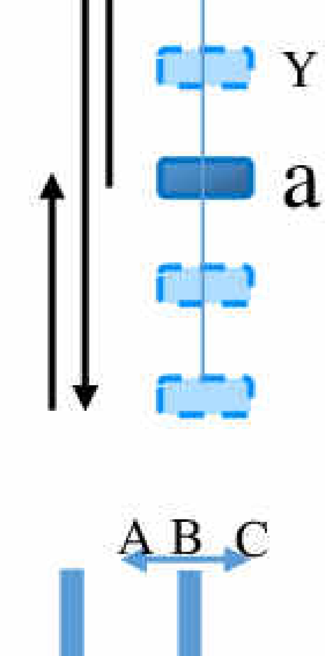
❶ سعة الاهتزازة = cm ....

(أ) 0.5 (ب) 0.25 (جـ) 0.4 (د) 0.8

❷ تردد الجسم يساوي = Hz ....

(أ) 5 (ب) 2.5 (جـ) 0.4 (د) 0.8

(29) إذا كان زمن وصول الجسم المهتز من موضع الاتزان (a) إلى نقطة (y) التي تقع في المنتصف بين (a) ، (b) هو (t) فإن الزمن الازم لعمل اهتزازة كاملة



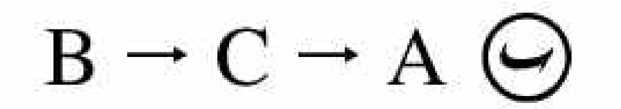
(أ) 2t (ب) 4t



(جـ) 8t (د) 12t

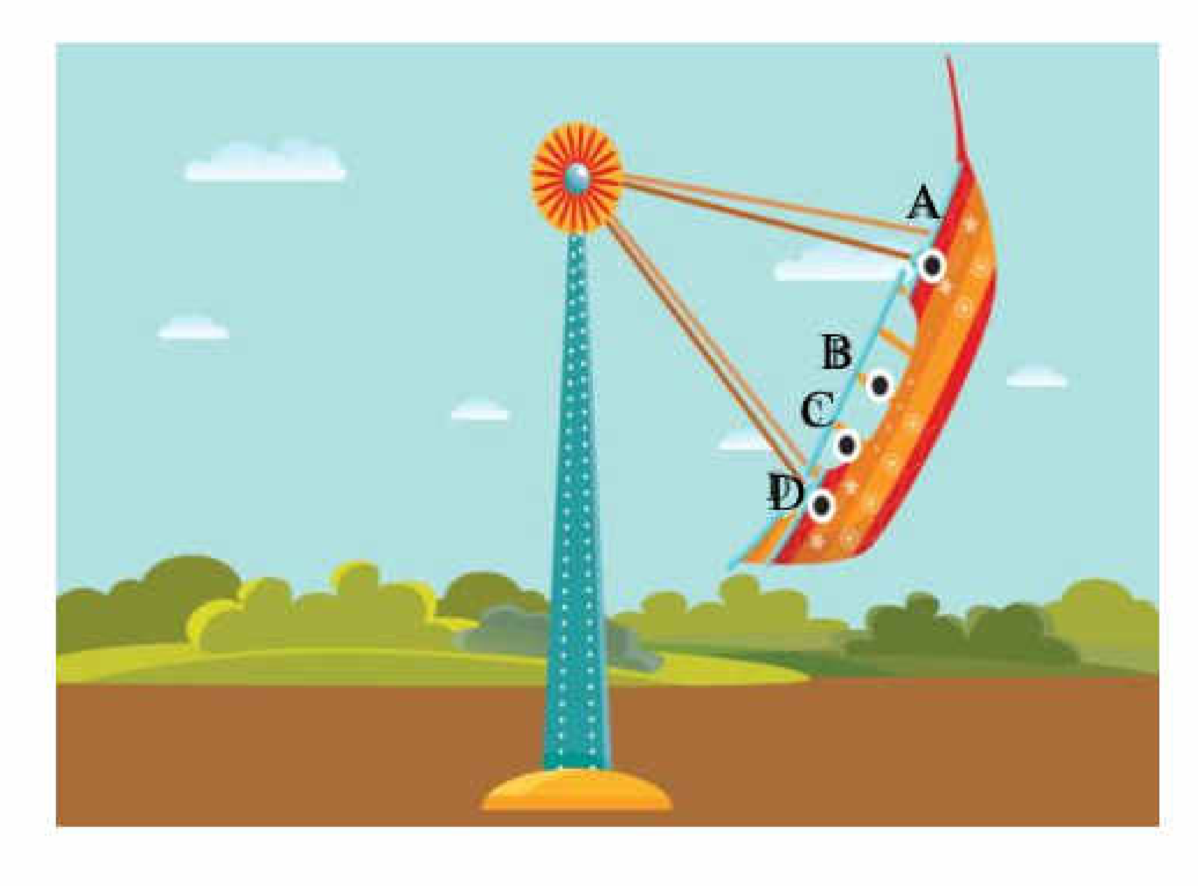
(30) يمثل الشكل المقابل أحد أذرع شوكة رنانة مهتزة ، أي مسار حركة يمثل اهتزازة كاملة :

(أ) $A \rightarrow C \rightarrow B$ (ب) $B \rightarrow C \rightarrow A$



(جـ) $A \rightarrow C \rightarrow A$ (د) $B \rightarrow C \rightarrow B$

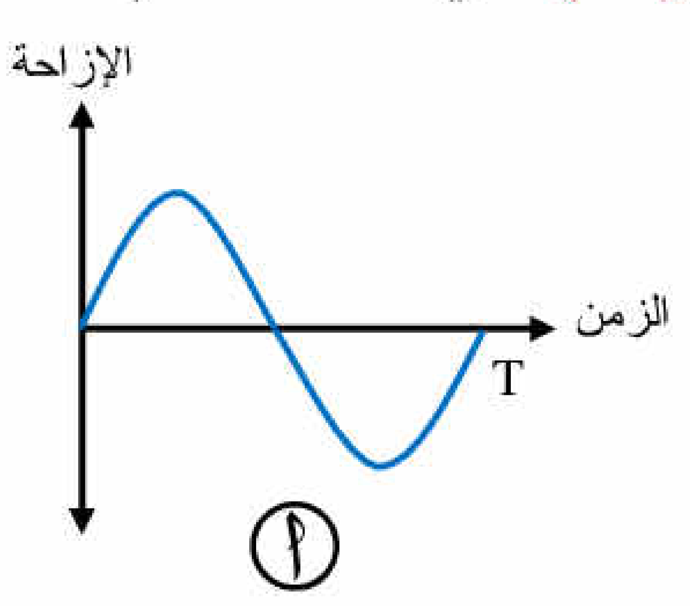
(31) أرجوحةٌ كبيرةٌ نعدُّها بندولاً كبيراً كما هو موضّح بالشكل جانباً تهتزّ إلى جانبَي موضعِ توازنها بسعة كبيرة، ويجلس فيها أربعةُ A , B , C , D فالشخص الذي تكون سرعته الخطيّة أكبر ما يمكن عند المرور بوضع السكون هو:

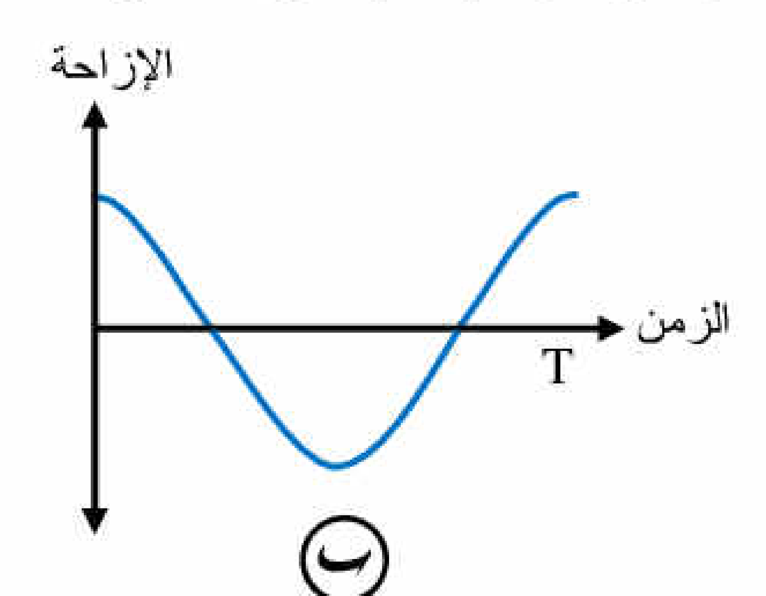


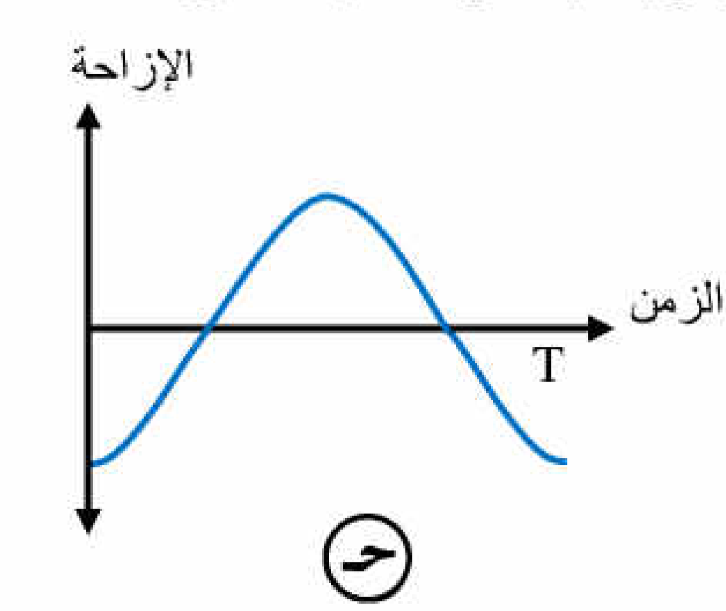
(أ) الشخص A (ب) الشخص B

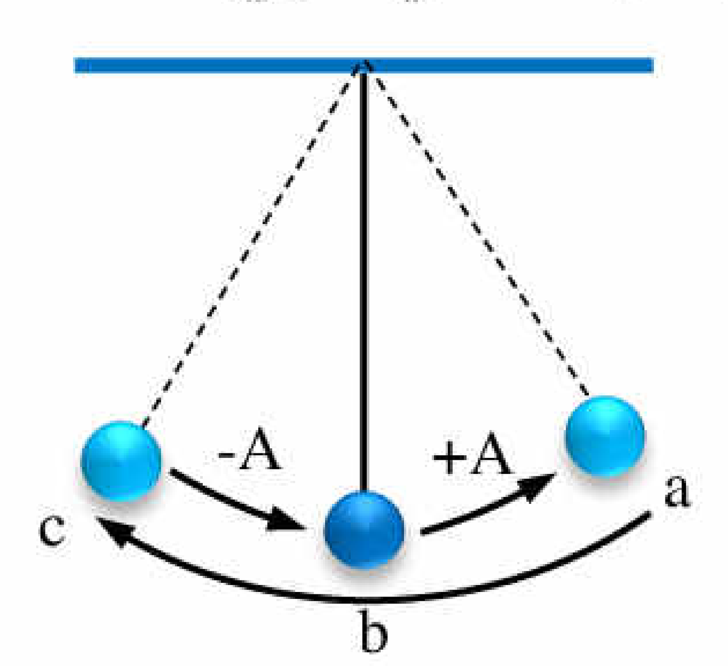
(جـ) الشخص C (د) الشخص D

(32) في الشكل الذي امامك بندول بسيط يتحرك حركة اهتزازية يمكن تمثيل حركته الاهتزازية بتمثيل منحني جيبي

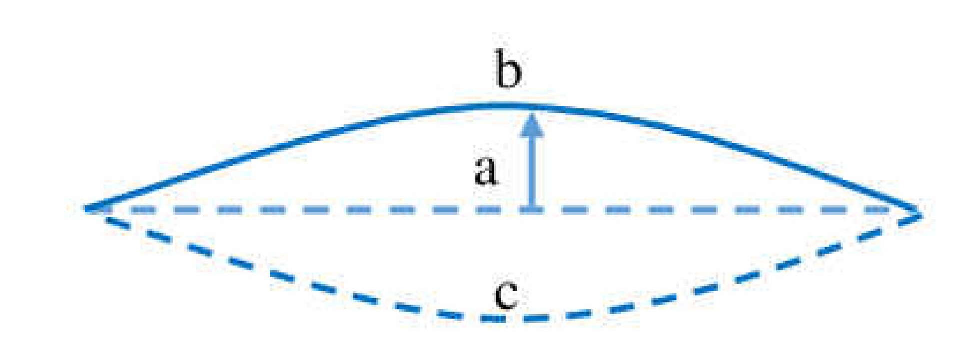


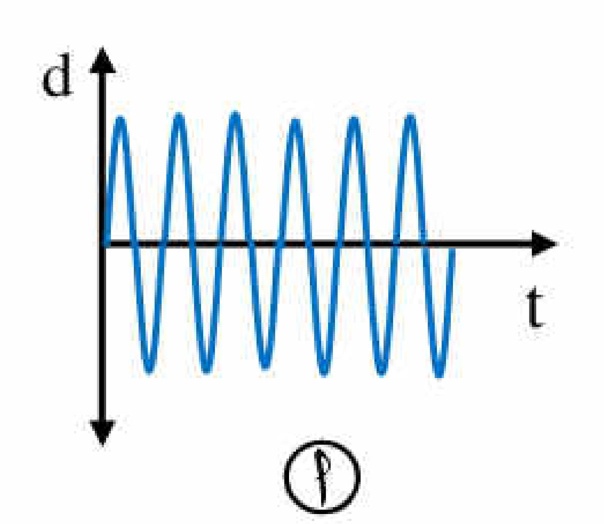


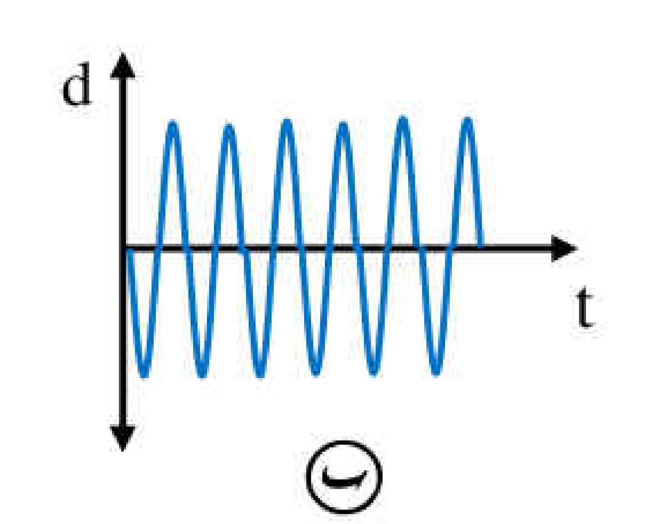


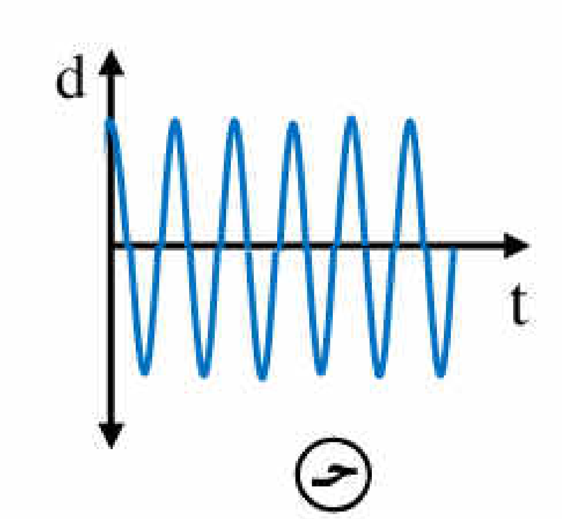


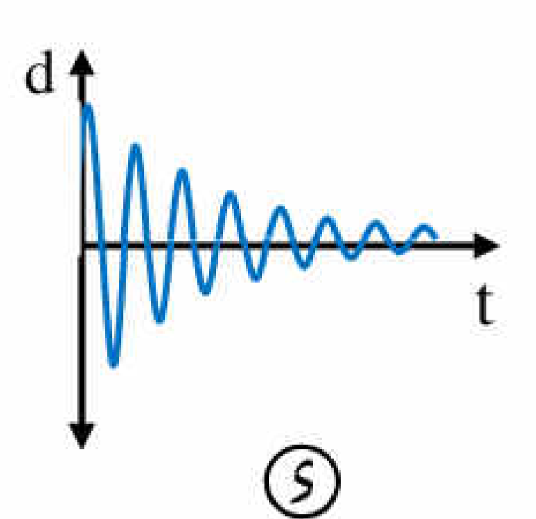
(33) في الشكل المقابل : إذا شد الوتر من موضع سكونه (a) إلى نقطة (b) ثم ترك ليهتز حتى يتوقف عن الحركة ، فأى الأشكال البيانية التالية يعبر عن الازاحة والزمن ؟











2 ماذا نقصد بقولنا أن:

(1) تردد جسم مهتز = 80 Hz

(2) إزاحة جسم مهتز = 2cm

(3) سعة اهتزازة جسم مهتز = 5cm

(4) الزمن الدوري لجسم مهتز = 0.02s

(5) عدد الاهتزازات التي يعملها الجسم في الثانية = 125 اهتزازة.

(6) أقصى إزاحة يصل إليها الجسم المهتز = 0.5cm

(7) المسافة بين نقطتين في مسار حركة جسم مهتز، سرعة الجسم عند إحداهما أقصاها وعند الاخرى منعدمة = 0.5

3 عرف كل مما يأتي:

(1) الموجة. (2) الحركة التوافقية البسيطة. (3) الإزاحة. (4) الطور.

(5) سعة الاهتزازة. (6) الاهتزازة الكاملة. (7) الزمن الدوري.

4 علل ما يأتي:

(1) عدم انتقال الصوت في الفضاء الخارجي.

(2) الموجة اضطراب ينتقل وينقل الطاقة في اتجاه انتشاره.

(3) الموجات الميكانيكية تحتاج وسط مادي تنتشر فيه.

(4) لا يسمع صوت جرس يرن داخل ناقوس مخلخل الهواء.

5 ماذا يحدث لكل مما يأتي تحت الظروف الموضحة ......؟

(1) لسطح ماء بركة راكدة عندما تقذف فيه حصوة صغيرة؟
(2) للزمن الدوري لحركة اهتزازية عندما يزداد التردد لضعف؟
(3) عند زيادة الزمن الذي يستغرقه الجسم لعمل اهتزازة كاملة بالنسبة للتردد؟

6 أذكر المفهوم العلمي الدال على كل عبارة مما يلي:

(1) حركة تتميز بأن لها نقطة بداية ونقطة نهاية.
(2) حركة تكرر نفسها بانتظام على فترات زمنية متساوية
(3) أقصى إزاحة يصل إليها الجسم المهتز.
(4) اضطراب لحظي ينتقل وينقل الطاقة باتجاهه.
(5) موضع واتجاه حركة جزئ من جزيئات الوسط عند لحظة معينة.
(6) الحركة التي يعملها الجسم المهتز على جانبي موضع سكونه وعلى فترات زمنية متساوية.
(7) عدد الموجات التي تمر بنقطة ما في وحدة الزمن.
(8) الزمن اللازم لعمل اهتزازة كاملة.

7 أكمل الفراغات التالية بما يناسبها:

(1) الحركة الانتقالية تتميز بأن لها ....، ....
(2) الزمن اللازم لعمل اهتزازة كاملة يسمي ....
(3) أقصى إزاحة يصل إليها الجسم المهتز تعرف بـ ....
(4) موضع في مسار حرك الجسم المهتز تكون سرعة الجسم عندها أقصاها تسمى ....
(5) الموجات التي تنشأ نتيجة اهتزاز جزيئات وسط مادي تسمى ....
(6) بعد الجسم عن موضع اتزانه في لحظة ما يعرف بـ ....
(7) يتناسب تردد موجة تناسباً................. مع زمنها الدوري.
(8) تنتقل موجات الصوت في .... ولا تنتقل في ....
(9) من أمثلة المصادر المهتزة ....، ....، ....
(10) شروط حدوث موجة ميكانيكية ....، ....، ....
(11) عند وصول الجسم المهتز من موضع سكونه لأقصى إزاحة له تكون سرعته ....
(12) إذا زاد تردد موجة فإن زمنها الدوري ....
(13) تردد جسم ما يساوي .... زمنها الدوري.
(14) عدد الاهتزازات التي يعملها الجسم المهتز في الثانية هو ....
(15) الحركة التي يعملها الجسم المهتز في الفترة الزمنية التي تمضي بين مروره بنقطة واحدة في مسار حركته مرتين متتاليتين وفي اتجاه واحد تسمى ....
(16) حركة يعبر عنها رياضياً بمنحنى جيبي تسمى ....

8 متى؟

(1) تكون سرعة الجسم المهتز أقصى ما يمكن؟
(2) تكون سرعة الجسم المهتز مساوية للصفر؟
(3) طاقة حركة البندول أكبر ما يمكن؟
(4) طاقة حركة البندول مساوية للصفر؟
(5) تكون إزاحة جسم مهتز منعدمة؟

9 ضع علامة (✓) أو (✗)

(1) تعتبر حركة البندول حركة دورية اهتزازية.
(2) تتكرر الحركة الدورية لجسم المهتز على فترات زمنية متساوية.
(3) اهتزاز الشوكة الرنانة مثال للحركة الدورية الدائرية.
(4) سرعة الجسم المهتز نهاية عظمى عند موضع الاتزان
(5) يكون مقدار الإزاحة متساوياً على جانبي موضع السكون في الحركة التوافقية البسيطة.
(6) سرعة الجسم المهتز منعدمة عند أقصى ازاحة له.
(7) في الحركة الاهتزازية تزداد السرعة كلما زادت الازاحة.
(8) البندول يتحرك دائماً فى اتجاه واحد
(9) الزمن الدوري يعادل ربع زمن اهتزازة كاملة
(10) يعتبر حركة البندول حركة انتقالية.
(11) تتضمن الاهتزازة الكاملة خمس سعات اهتزازة .
(12) الجسم الذي تردده 6 Hz يكون زمنه الدوري 60s
(13) حاصل ضرب التردد في الزمن الدوري يساوى واحد صحيحاً
(14) التردد هو المعكوس الضربي للزمن الدورى
(15) الزمن الدورى لجسم مهتز يساوى مقلوب الازاحة.
(16) الجسم الذي تردده 160 Hz يصنع 80 اهتزازة خلال نصف ثانية.
(17) حركة موجات الماء عند إلقاء حجر فيه تمثل حركة موجية.
(18) خط انتشار الموجة هو اتجاه انتقال الطاقة الموجية.
(19) تتشابه الحركة الاهتزازية مع الحركة الموجية في امكانية تمثيل كل منهما بمنحنى جيبيي
(20) ينتقل الصوت في الفراغ.
(21) التردد هو اقصى إزاحة تصل اليها جزيئات الوسط
(22) مقلوب الزمن الدورى هو التردد

10 صوب ما تحته خط

(1) حركة الارجوحة تمثل حركة <u>انتقالية</u>.
(2) تتضمن الاهتزازة الكاملة <u>ثلاث</u> سعة اهتزازة.
(3) تردد الجسم المهتز يساوى مقلوب <u>الإزاحة</u>.
(4) الجسم الذي تردده 100 Hz يقوم بعمل <u>اهتزازة واحدة كل 100s</u>

11 أسئلة متنوعة

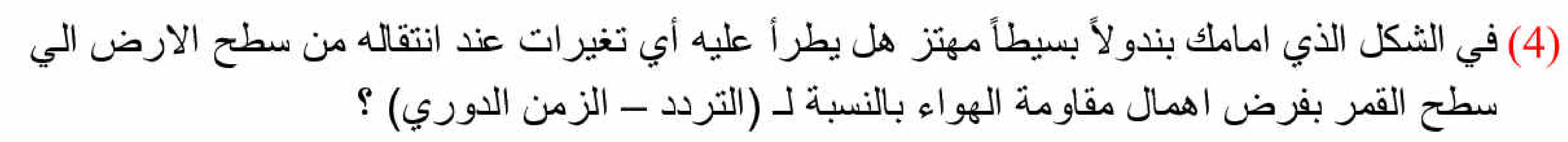
(1) ما هى شروط حدوث الموجات الميكانيكية ؟

(2) أذكر الكمية الفيزيائية التى تقاس بوحدة (دورة / ثانية) مع كتابة الوحدة المكافئة لها.

(3) لديك يويو (ملف زنبركي) في نهايته ثقل ومثبت رأسيا

❶ ارسم المنحنى الذي يمثل الحركة التي يحدثها الثقل عند اهتزازه

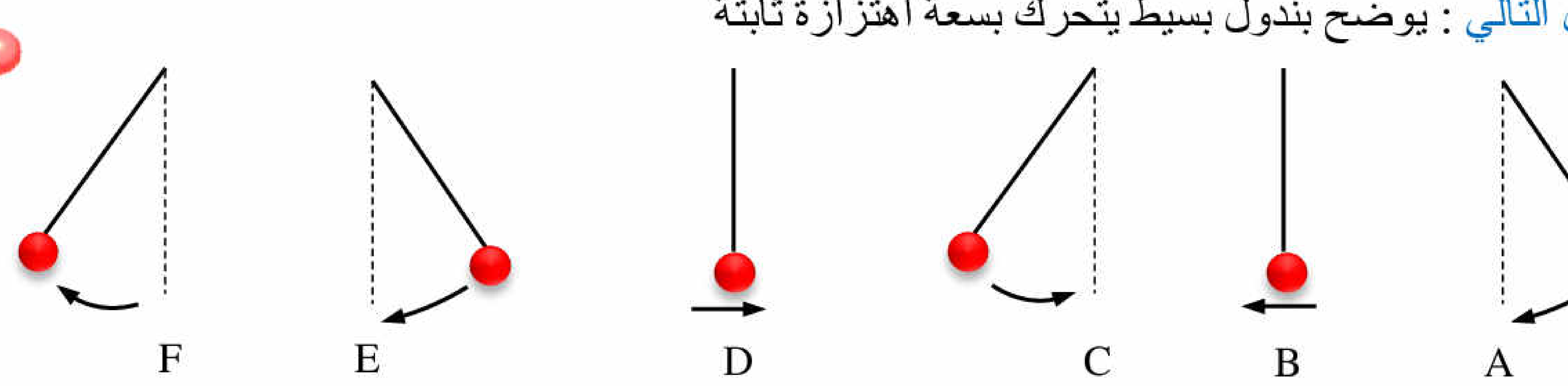
❷ ماذا يسمى المنحنى الناتج وما اسم الحركة التي يحدثها



(4) في الشكل الذي امامك بندولاً بسيطاً مهتز هل يطرأ عليه أي تغيرات عند انتقاله من سطح الارض الي سطح القمر بفرض اهمال مقاومة الهواء بالنسبة لـ (التردد – الزمن الدوري) ؟



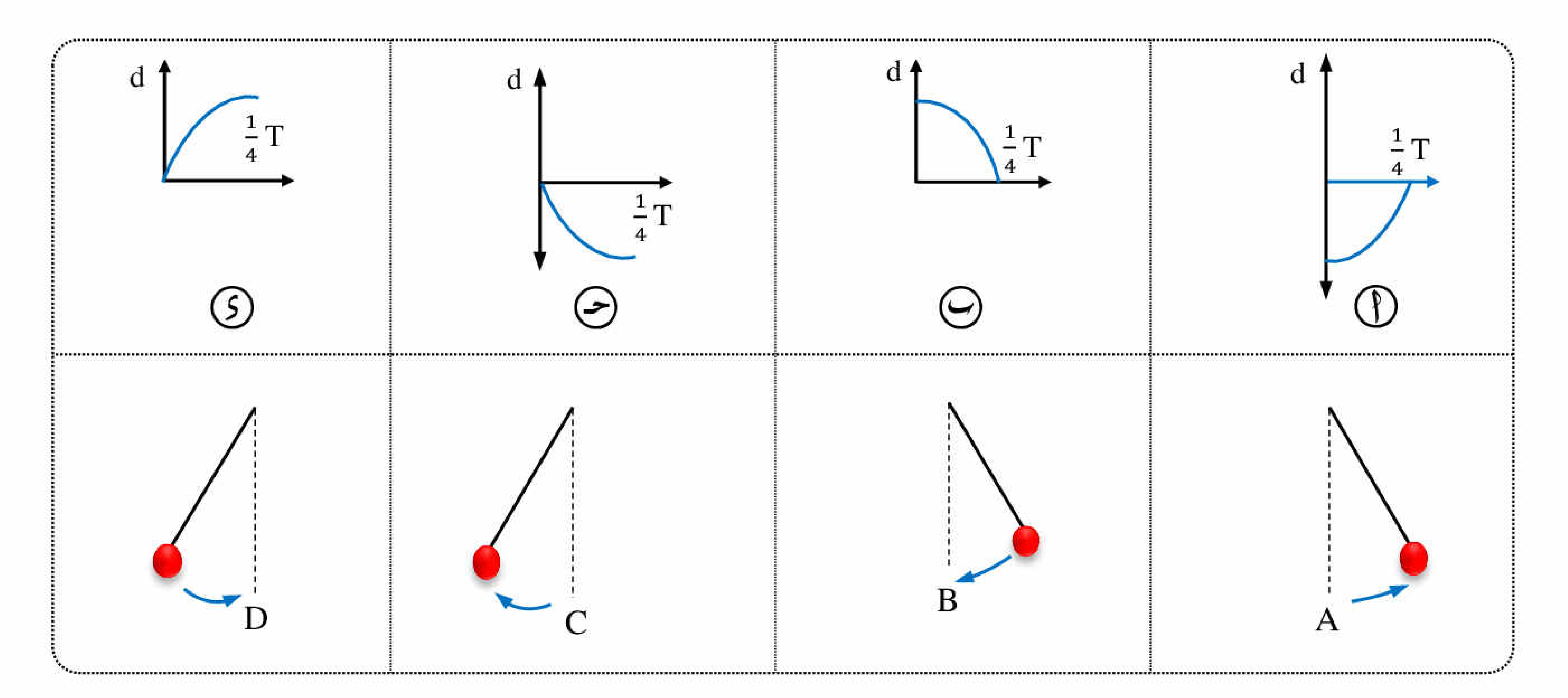
(5) الشكل التالي : يوضح بندول بسيط يتحرك بسعة اهتزازة ثابتة



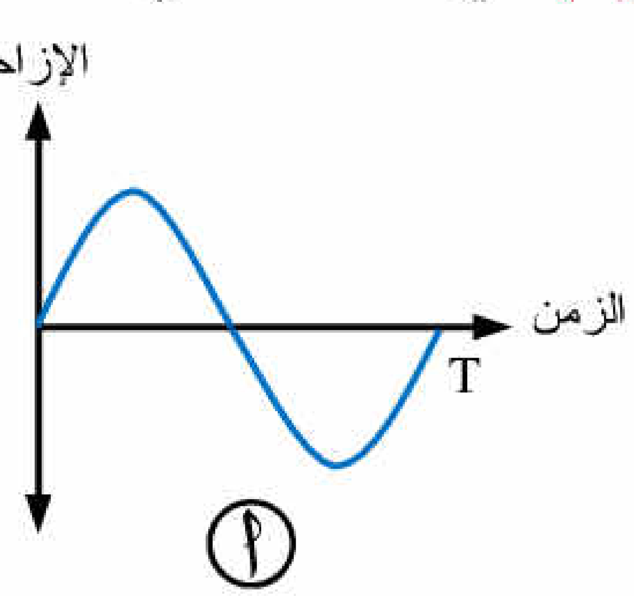
❶ ما نوع حركة البندول

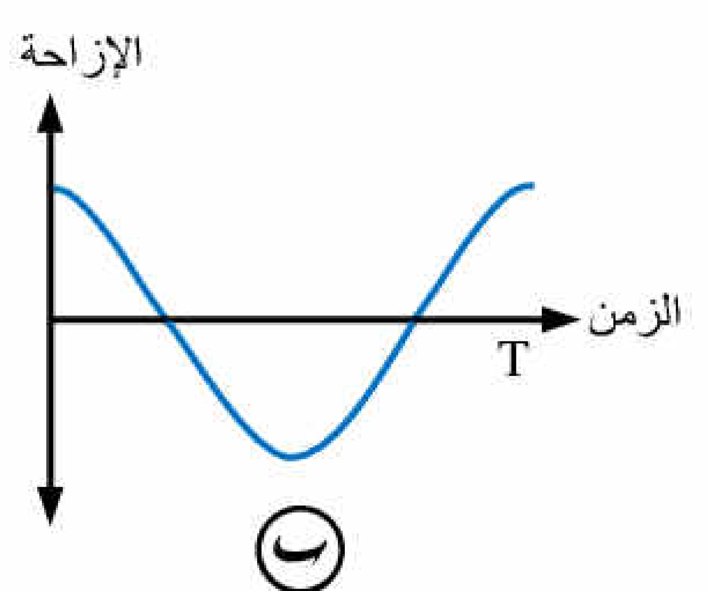
❷ أي الأوضاع متفقة في الطور في الاشكال الموضحة.

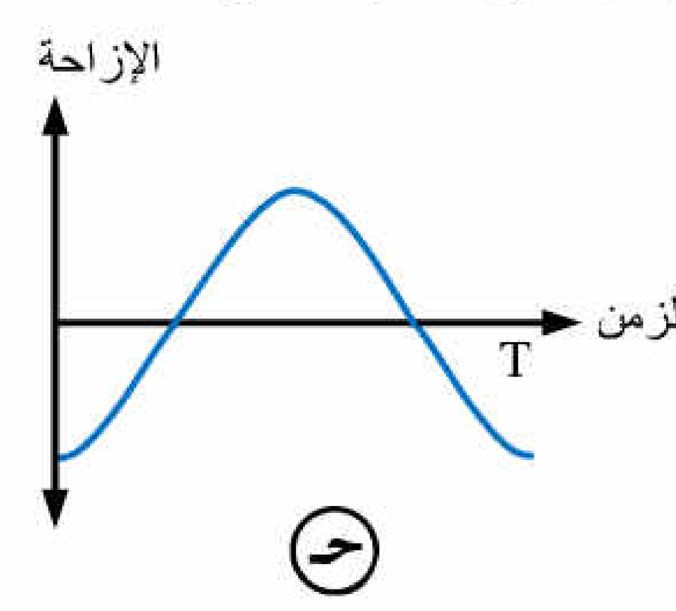
(6) صل الشكل البياني المعبر عن ازاحة البندول عن موضع سكونه والزمن المستغرق خلال ربع دورة بما يناسبه من حركة البندول المهتز بمراحل طوريه مختلفة (بفرض ان الشكل A بداية حركة البندول)

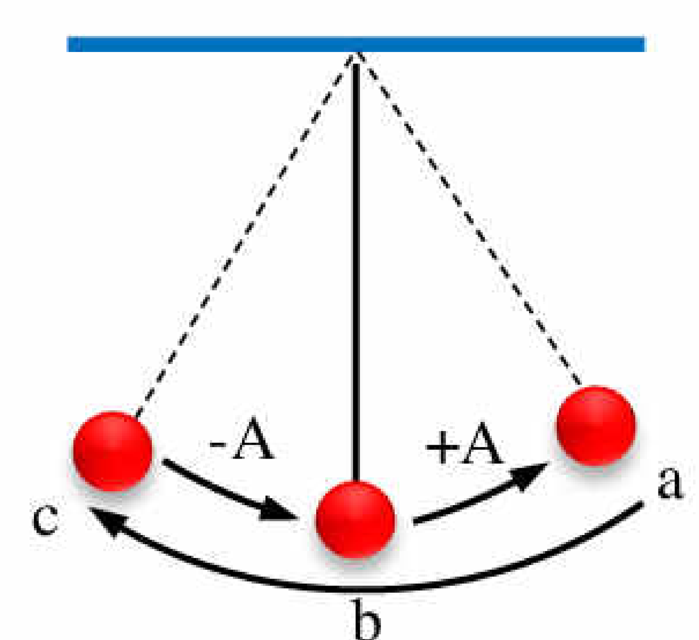


(7) في الشكل الذي امامك بندول بسيط يتحرك حركة اهتزازية يمكن تمثيل حركته الاهتزازية بتمثيل منحني جيبي







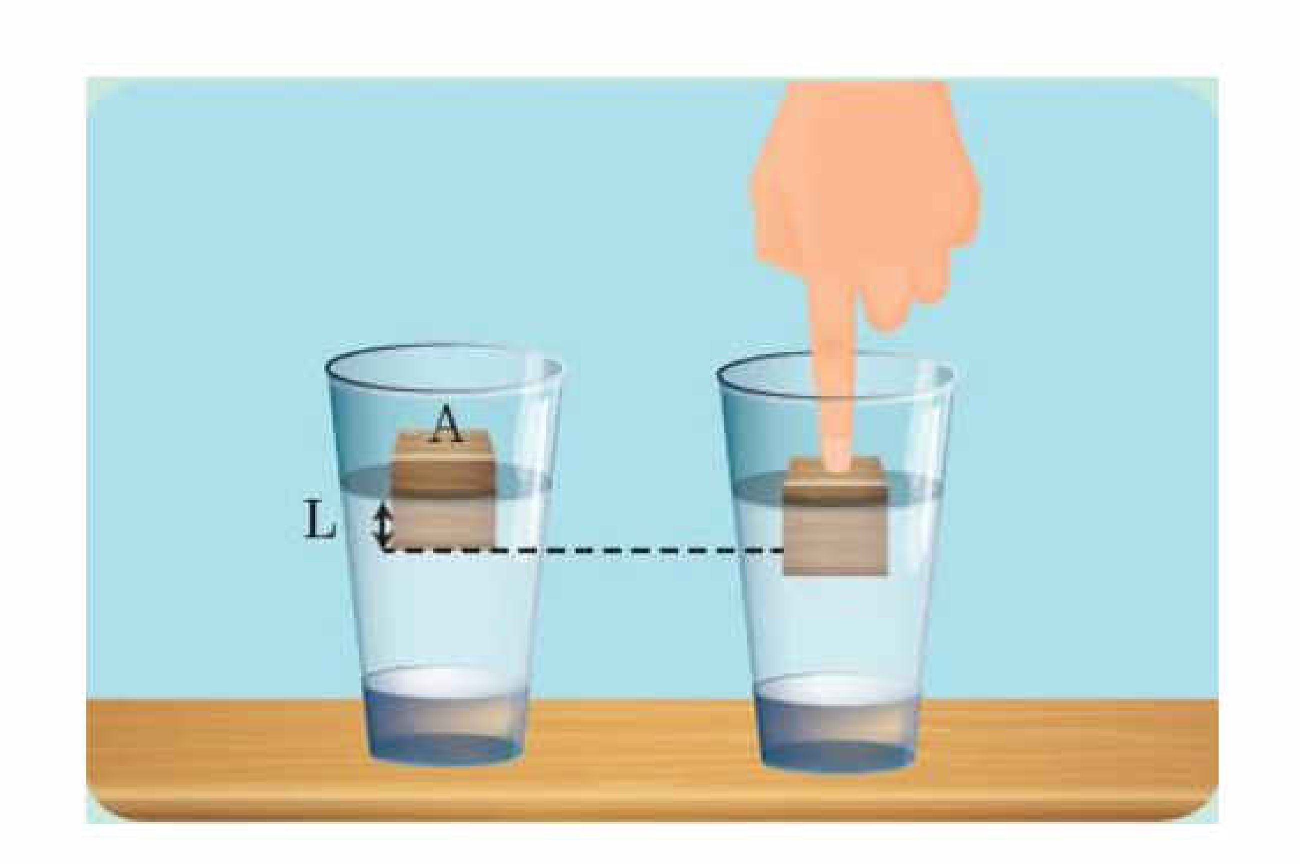


في حالة عمل اهتزازة كاملة اختر المنحني الجيبي المناسب عن البدء من :

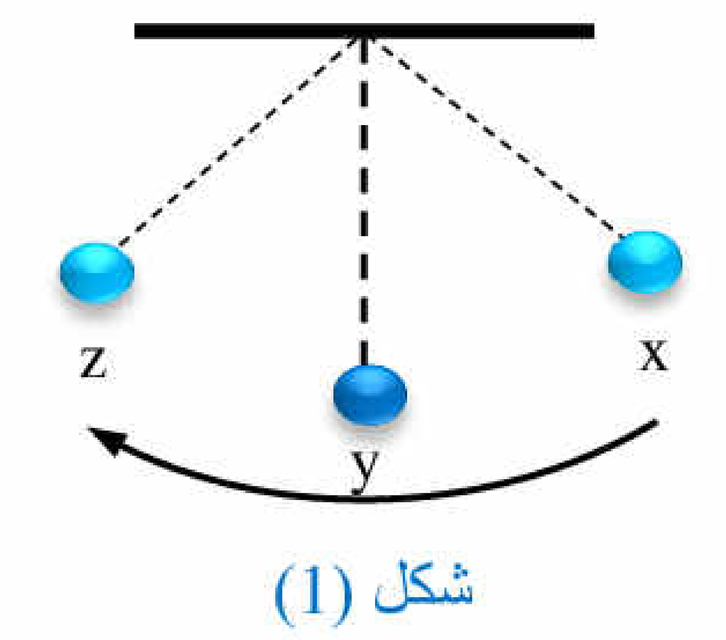
❶ الموضع a ❷ الموضع b ❸ الموضع c

(8) يحوي كأس ماء على مكعب خشبي (A) فيطفو وهو بحالة توازن وقد برز جزء منه فوق سطح الماء. عند التأثير على المكعب بقوة لأسفل ليغمر كلياً بالماء ثمّ يترك فجأة.

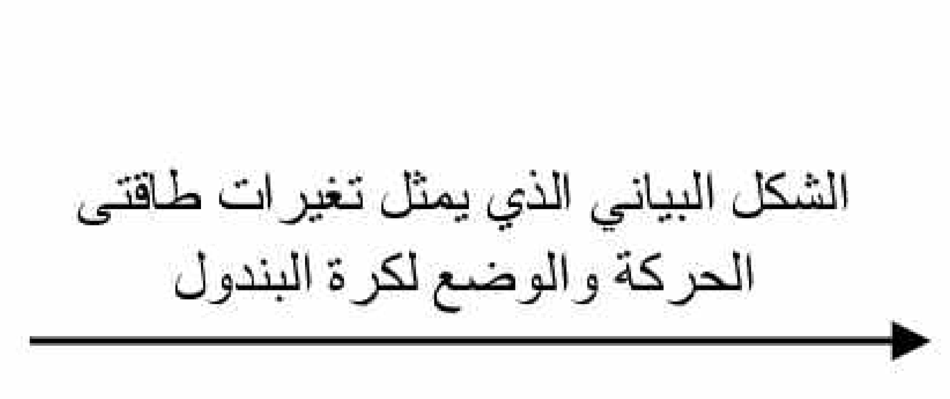
- ما نوع حركة المكعب الخشبي مع التفسير

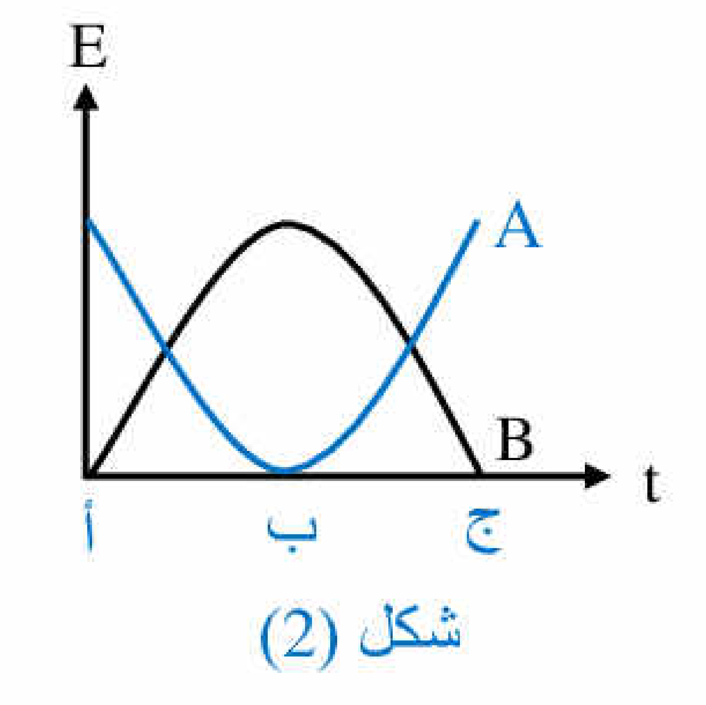


(9) عند تحريك كرة البندول من الموضع (x) الي الموضع (z)



شكل (1)





شكل (2)

أولاً : أكمل :

❶ من الشكل (1) عندما تنتقل كرة البندول من نقطة (x) الي النقطة (y) تندفع الي الجانب الاخر (z) بسبب ....

ثانياً : من الشكل (2) : أكمل ما يأتي :

❷ الزمن اللازم لقطع المسافة بين النقطتين (أ ، ب) يساوي .... الزمن الدوري (T).

❸ الخط البياني الذي يمثل التغير في طاقة الوضع هو .... ، والخط الذي يمثل التغير في طاقة الحركة هو ....

❹ تقل طاقة .... ثم تزداد ، وتزداد طاقة .... ثم تقل .

ثالثاً : أختر بالاستعانة بالشكل (2)

❺ أي من المواضع (أ ، ب ، ج) تمثل موضع السكون (y) ؟

❻ مجموع طاقتى الوضع والحركة عند نقطة (ب) .... مجموع طاقتى الوضع والحركة عند نقطة (ج)

12 مسائل متنوعة

(1) مولد موجي يحدث 16 موجة فى 4 ثواني احسب :
❶ التردد.
❷ الزمن الدورى.
[4 Hz ، 0.25s]

---

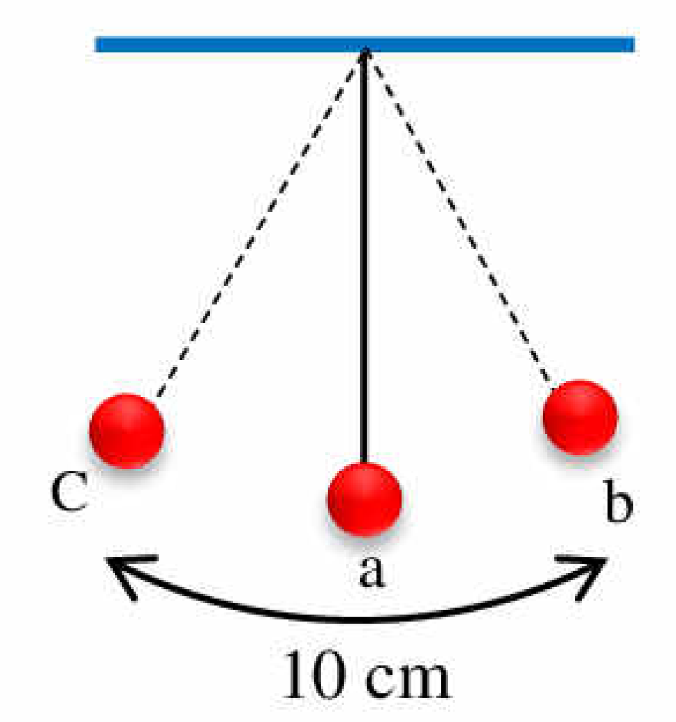
(2) جسم مهتز يحدث 1200 ذبذبة كاملة فى الدقيقة بحيث تقطع كل ذبذبة كاملة مسافة قدرها 20 cm احسب :
❶ سعة الذبذبة .
❷ التردد.
❸ الزمن الدورى.
[5 cm , 20 Hz , 0.05s]

---

(3) جسم طافي على سطح مياه بحيرة إذا كانت موجات البحيرة تسبب تذبذب هذا الجسم لأعلى ولأسفل 90 مرة فى الدقيقة احسب تردد هذه الموجات.
[1.5 Hz]

---

(4) الشكل يمثل بندول بسيط مهتز فإذا أحدث هذا البندول 8 اهتزازة خلال 4 ثواني احسب:
❶ تردد البندول.
❷ الزمن الدورى له و زمن حركة البندول من a إلى b
❸ سعة الاهتزازة.
[2Hz , 0.5 s , 0.125s , 5 cm]



---

(5) شوكة رنانة تستغرق أقصى إزاحة تصنعها زمنا قدره $7\times10^{-4}s$ فما تردد هذه الشوكة الرنانة .
[357.1 Hz]

---

(6) مصدر مهتز يحدث 3600 اهتزازة كل 3 min فما تردده وما الزمن الدوري لموجاته.
[20Hz , 0.05s]

---

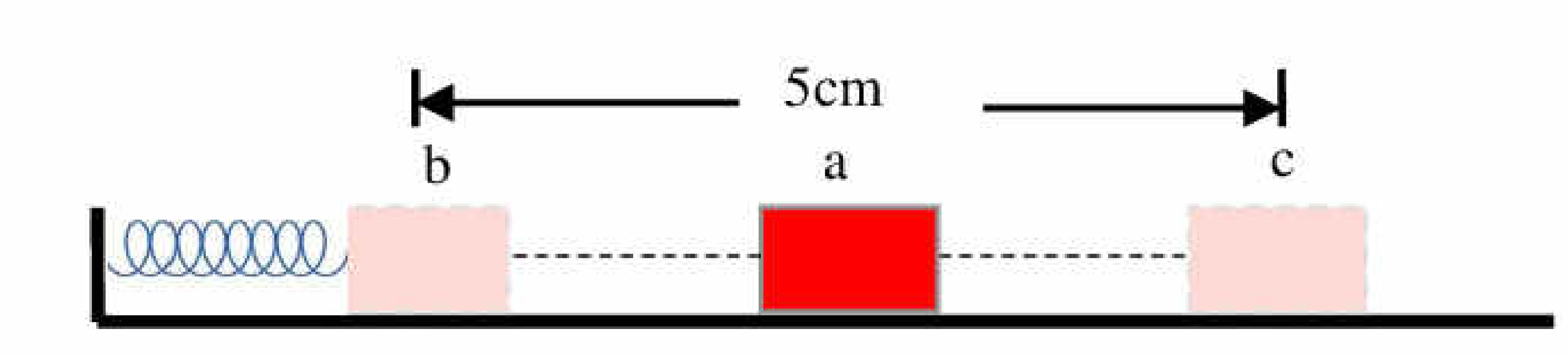
(7) وتر يهتز بحيث تستغرق أقصى ازاحة له فترة زمنية تساوي 0.01s ، احسب تردده.
[25 ذ/ث]

---

(8) جسم مهتز زمنه الدوري = $\frac{1}{4}$ تردده احسب التردد والزمن الدوري له.
[2Hz , 0.5s]

---

(9) الشكل يمثل حركة ثقل مربوط بملف زنبركي فإذا اهتز الثقل تحت تأثير الزنبرك بحيث يحدث 100 ذبذبة في زمن 5 ثانيـــة فأحسب:
❶ سعة الاهتزازة. ❷ التردد ❸ الزمن الدوري



[2.5 Cm - 20 Hz - 0.05 s]

---

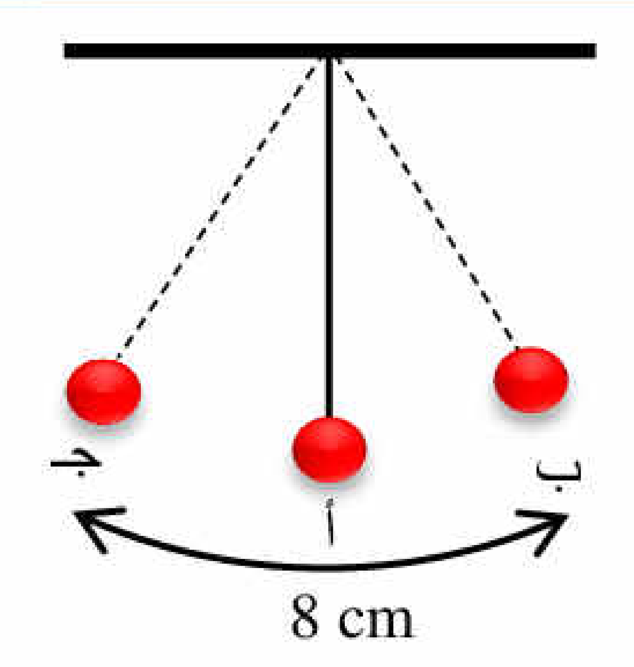
(10) الشكل المقابل يمثل بندولاً بسيطا يهتز فإذا أحدث هذا البندول 120 اهتزازة خلال 6s

فاحسب كلا من:

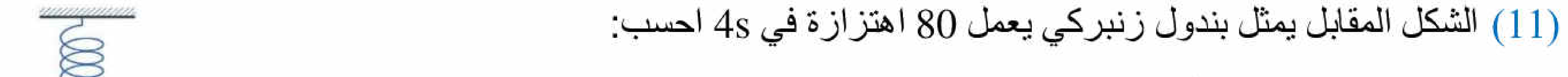
❶ تردد البندول

❷ الزمن الدوري

❸ سعة الاهتزازة

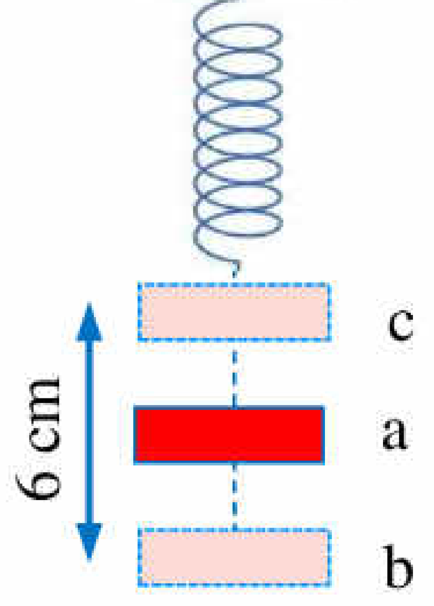


[20 Hz , 0.05s , 4cm]



(11) الشكل المقابل يمثل بندول زنبركي يعمل 80 اهتزازة في 4s احسب:

❶ التردد ❷ الزمن الدوري ❸ سعة الاهتزازة



[20 Hz , 0.05s , 3 cm]







الموجات الميكانيكية

مقدمة

- تنقسم الموجات الميكانيكية حسب طريقة اهتزاز جزيئات الوسط (في اتجاه عمودي على اتجاه انتشار الموجة أو في نفس اتجاه انتشار الموجة) الي نوعين هما:

إمسح

أنواع الموجات الميكانيكية

1. موجات مستعرضة
2. موجات طولية

1 الموجات المستعرضة Transverse waves

الموجات المستعرضة

هي الموجات التي تهتز فيها جزيئات الوسط حول مواضع اتزانها في اتجاه عمودي على اتجاه انتشار الحركة الموجية

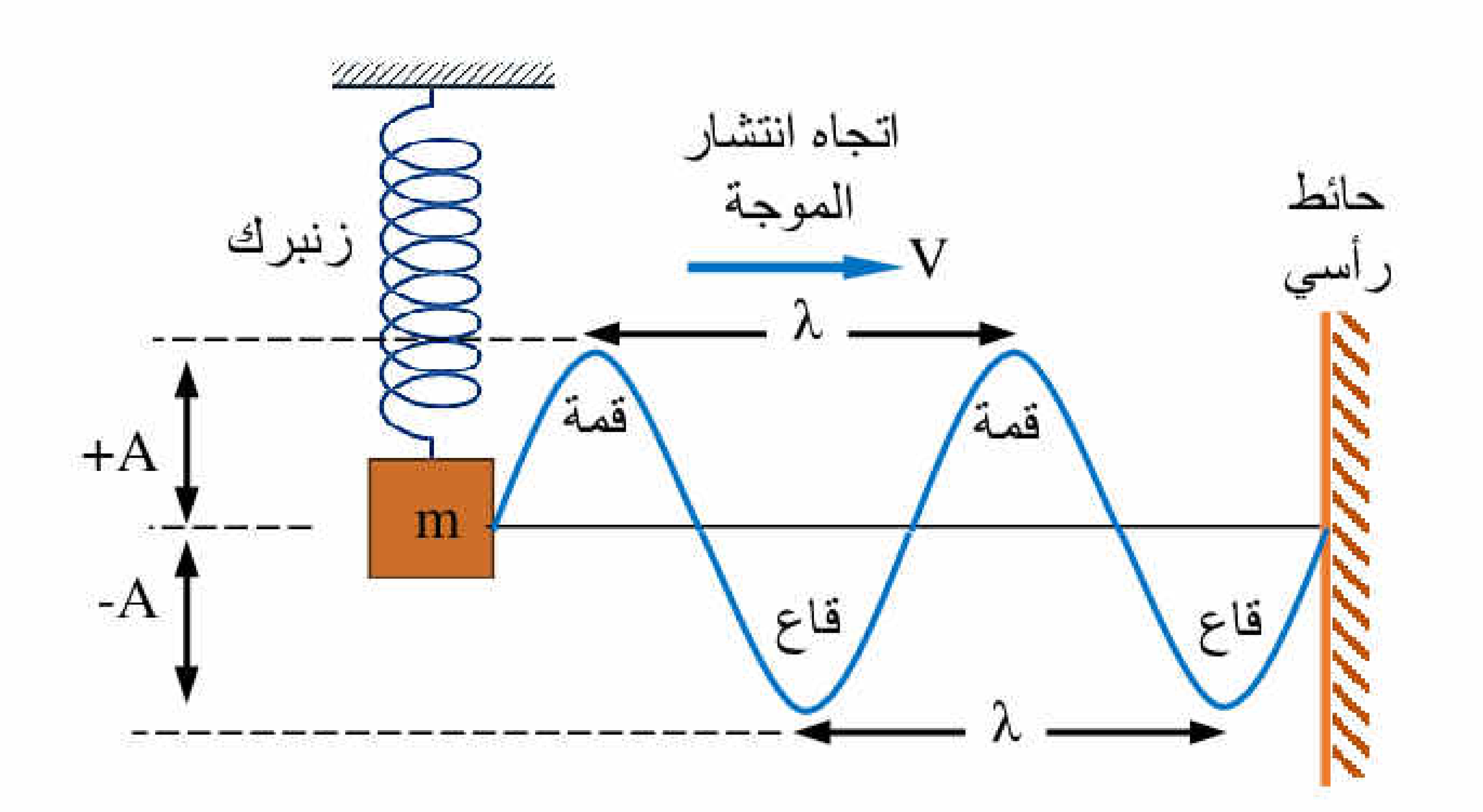
اتجاه انتشار الموجة

حركة جزيئات الوسط

◈ **تتكون الموجة المستعرضة من:** قمم وقيعان

تجربة عملية لتوليد موجات مستعرضة في وتر

1. نثبت كتلة (m) في زنبرك رأسي ونثبت بها طرف حبل طويل أفقي مشدود ومثبت طرفه البعيد في حائط رأسي.
2. نجذب الكتلة (m) إلى أسفل ثم نتركها فتتحرك الكتلة إلى أعلى وإلى أسفل حركة توافقية بسيطة في الاتجاه الرأسي ويتحرك الحبل المتصل بالكتلة بنفس الكيفية التي تتحرك بها الكتلة (m) ثم تتحرك الأجزاء التي تليه بنفس الكيفية و هكذا ينتشر في الوتر حركة موجية.
3. أجزاء الوتر تهتز في اتجاه عمودي على اتجاه انتشار الحركة الموجية (طول الوتر) لذلك تسمى موجات مستعرضة.



ملاحظة ... !!

◈ **الشغل الذي يبذله المصدر المهتز على الوتر ينتقل على هيئة:** أ) طاقة وضع تتمثل في شد الوتر.

ب) طاقة حركة تعمل على اهتزاز الوتر.

القمة

الموضع الذى يمثل النهاية العظمى لإزاحة جزيئات الوسط في الاتجاه **الموجب** (**نبضة موجبة**).

القاع

الموضع الذى يمثل النهاية العظمى لإزاحة جزيئات الوسط في الاتجاه **السالب** (**نبضة سالبة**).

الطول الموجي لموجة مستعرضة (λ)

هو المسافة بين أي قمتين متتاليتين أو قاعين متتاليتين **أو** ضعف المسافة الأفقية بين أي قمة والقاع التالي لها.

ما معنى أن ... ؟!

الطول الموجي لموجة مستعرضة = 2m ؟
معنى ذلك أن المسافة بين أي قمتين متتاليتين أو قاعين متتاليين لهذه الموجة = 2m

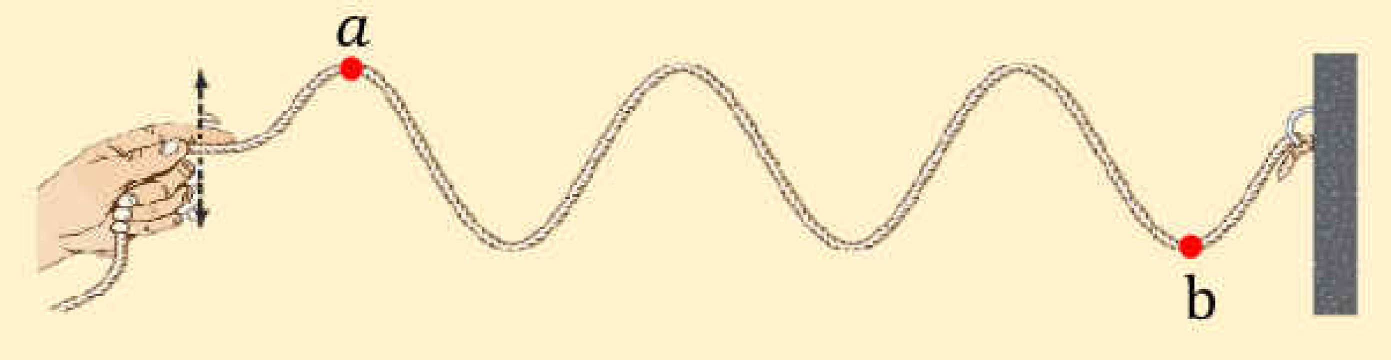
ملاحظة ... !!

1. الموجة المستعرضة تتكون من قمة وقاع متتاليين
2. يمكن حساب الطول الموجي من العلاقة: $\lambda = \frac{X}{n}$ حيث X المسافة التي تقطعها الموجات، n عدد الأمواج.
3. يمكن حساب عدد الأمواج المستعرضة كالتالي:
   - عدد الأمواج = الفرق بين رقمي القمتين.
   - عدد الأمواج = الفرق بين رقمي القاعين.
   - إذا كانت المسافة من قمة الى قاع فإن: عدد الأمواج = الفرق بينهم + $\frac{1}{2}$
   - إذا كانت المسافة من قاع الى قمة فإن: عدد الأمواج = الفرق بينهم − $\frac{1}{2}$





اختر:



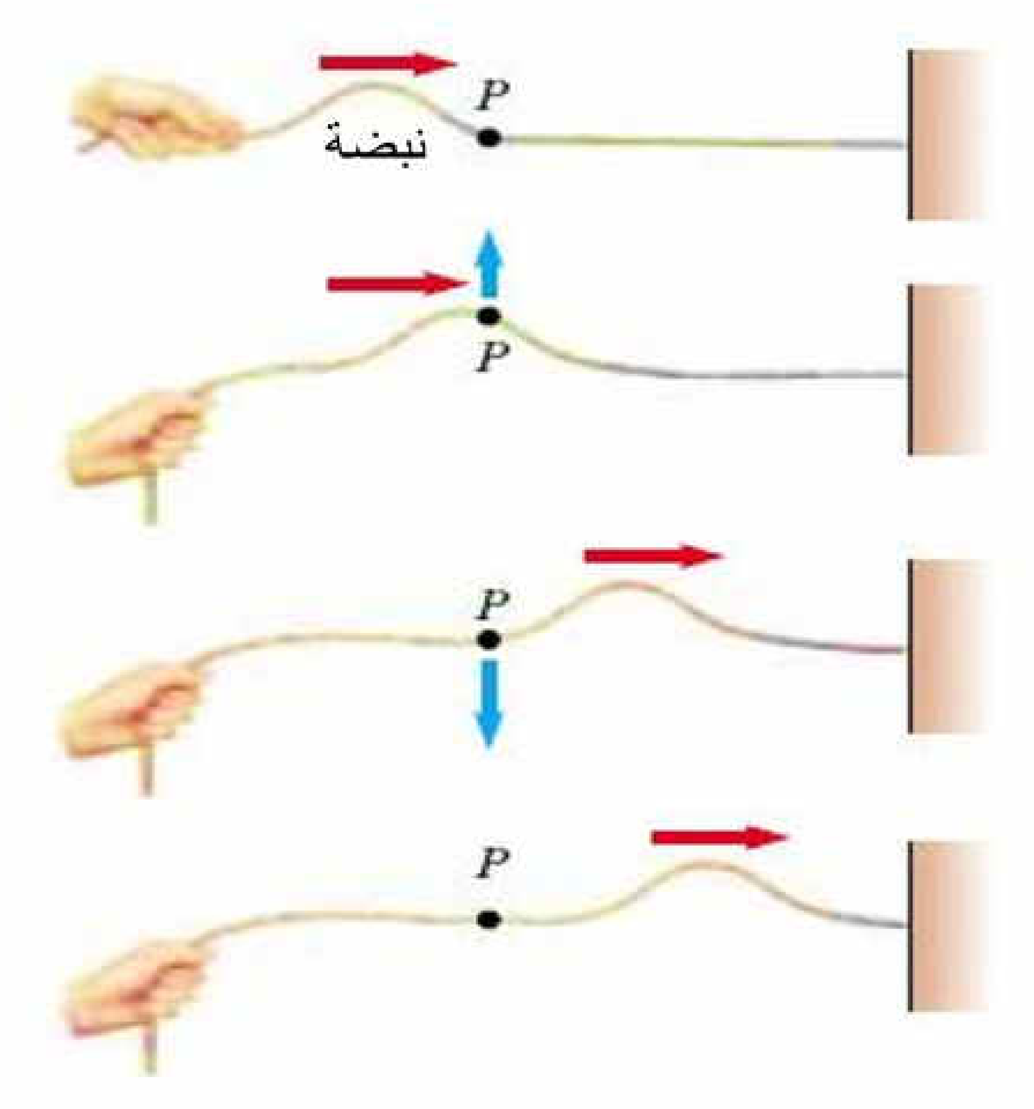
(١) إذا كانت المسافة الأفقية بين (a , b) 25 cm ، فإن الطول الموجي للموجة المستعرضة ....

(أ) 5 cm (ب) 8.33 cm (ج) 10 cm (د) 12.5 cm

(٢) إذا كانت المسافة الرأسية بين (a , b) 8 cm ، فإن سعة الموجة المستعرضة ....

(أ) 2 cm (ب) 4 cm (ج) 6 cm (د) 8 cm

تجربة لتوليد قطار من الموجات المرتحلة في حبل مشدود



1. ثبت أحد طرفي حبل في حائط رأسي ثم أمسك الطرف الثاني باليد وشد الحبل
2. حرك يدك رأسيا لأعلى مرة واحدة **لعمل نبضة**، ثم حرك يدك رأسيا مرة واحدة لأسفل **لعمل نبضة**.
3. ينتشر على طول الحبل موجة على شكل نبضة إلى أعلى ونبضة إلى أسفل وتسمى هذه الموجة موجة مرتحلة.
4. إذا استمرت حركة اليد إلى أعلى وإلى أسفل تظل الحركة التوافقية البسيطة مستمرة وتكون الموجة متواصلة أي يتكون قطار من الموجات المرتحلة.

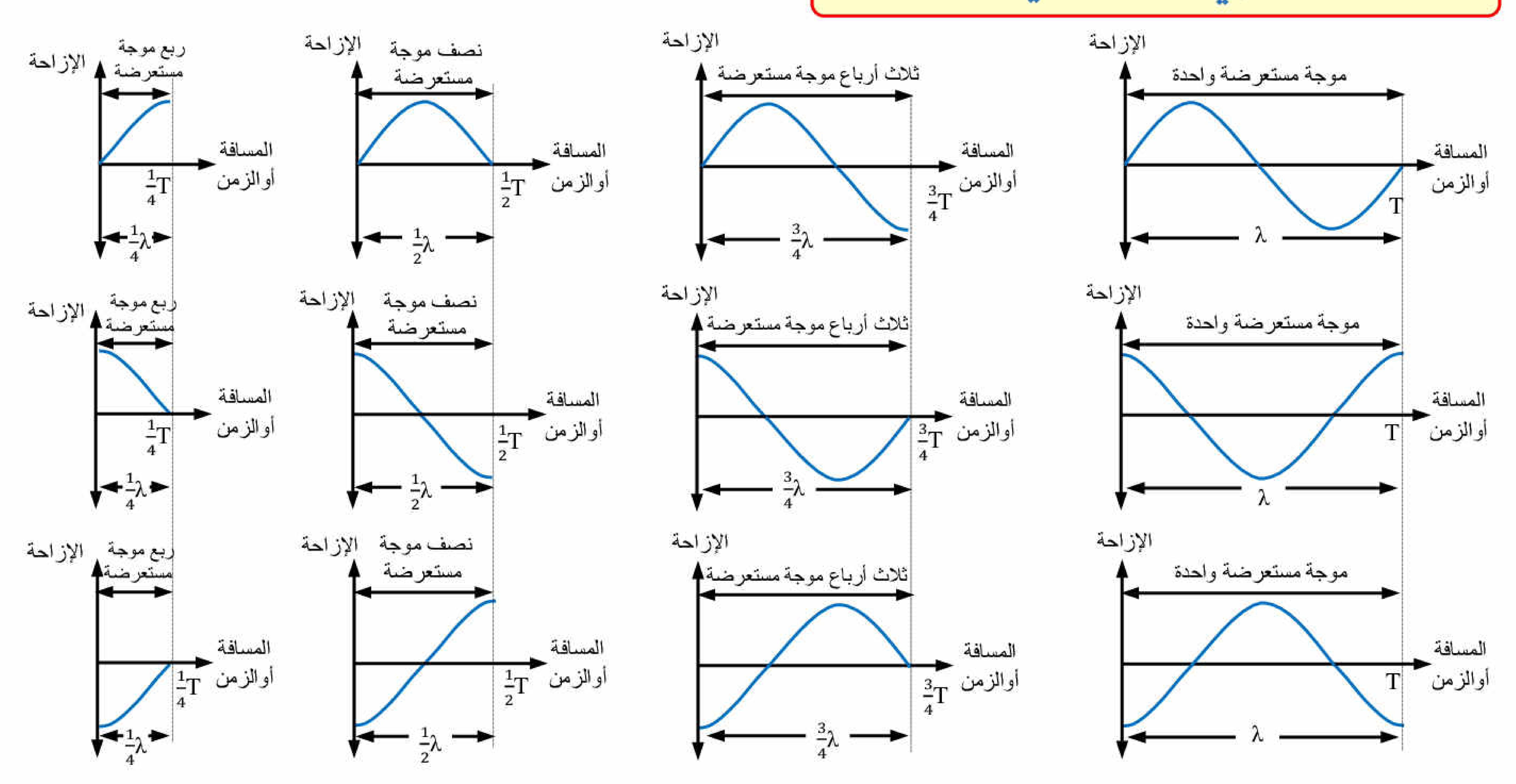
الموجة المرتحلة

هي اضطراب فردي يتدرج من نقطة لآخرى **أو** موجة تنتشر على شكل نبضة واحدة فقط.

النبضة

هي اضطراب فردي لا يتكرر مثل القمة أو القاع

علاقة الطول الموجي والزمن الدوري وعدد الدورات



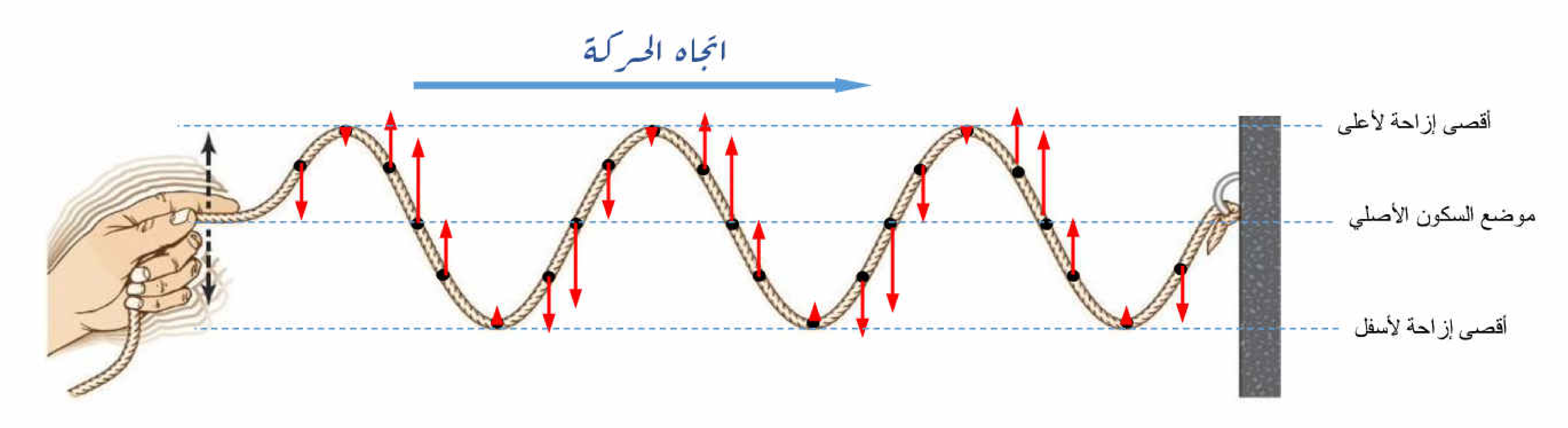
اتجاه حركة جزيئات الوسط في الموجة المستعرضة في حبل

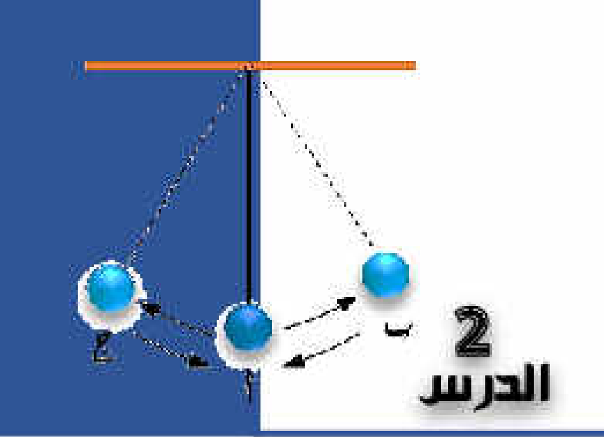
خلي بالك

١) سرعة جزيئات الوسط تكون أكبر ما يمكن عند موضع السكون الأصلي وتقل تدريجياً حتى تنعدم عند أقصى إزاحة.

٢) اتجاه الحركة لأي جزئ من جزيئات الوسط (الحبل) ينعكس عندما يصل إلى أقصى إزاحة .

٣) تهتز جزيئات الوسط (الحبل) بنفس الكيفية التي يهتز بها المصدر المهتز (اليد)





مثال 1

موجة مستعرضة المسافة بين القمة الأولى والسادسة عشرة = 105m والزمن الذي يمضي بين مرور القمة الأولى والسادسة عشرة 0.375s احسب: ❶ الطول الموجي ❷ تردد الموجة ❸ الزمن الدوري.

المعطيات

X =105 m
t = 0.375s

الإجابة

عدد الموجات = 16 – 1 = 15 موجة

❶ $\lambda = \frac{X}{n} = \frac{105}{15} = \mathbf{7m}$

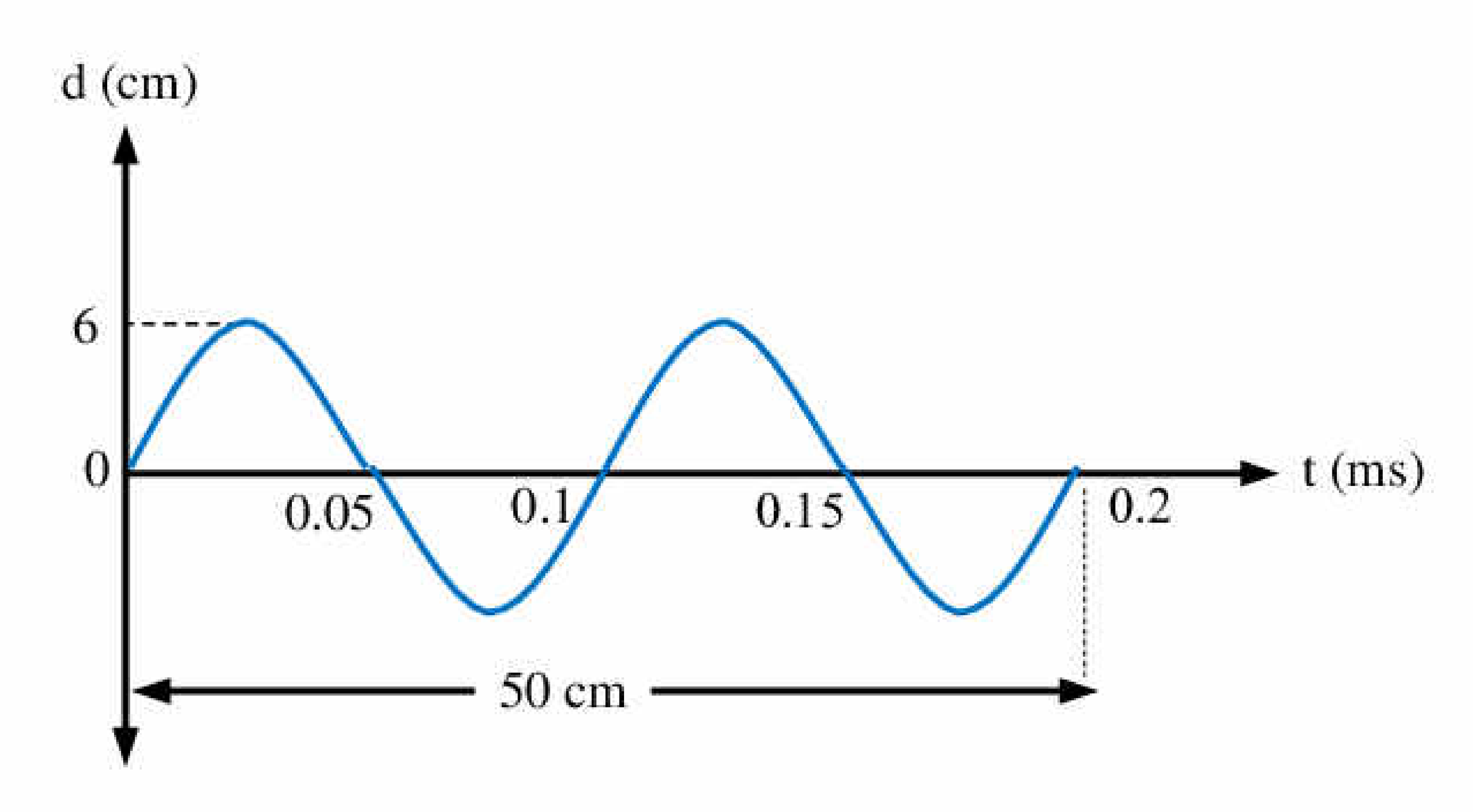
❷ $\upsilon = \frac{n}{t} = \frac{15}{0.375} = \mathbf{40Hz}$

❸ $T = \frac{1}{\upsilon} = \frac{1}{40} = \mathbf{0.025s}$

مثال 2

من الشكل المقابل احسب:

❶ الطول الموجي ❷ التردد ❸ سعة الاهتزازة



الإجابة

❶ $\lambda = \frac{X}{n} = \frac{50\times10^{-2}}{2} = \mathbf{0.25m}$

❷ $\upsilon = \frac{n}{t} = \frac{2}{0.2\times10^{-3}} = \mathbf{10^4Hz}$

❸ **سعة الاهتزازة (A)** = أقصى إزاحة = 6×10^{-2} = 0.06 m



اختر:

(١) الشكل المقابل يمثل موجتين مستعرضتين، فإن النسبة بين الطول الموجي لهما $\frac{\lambda_1}{\lambda_2}$ ...

d (m) ❷ ❶ x (m)

(أ) $\frac{1}{2}$ (ب) $\frac{2}{1}$ (جـ) $\frac{1}{4}$ (د) $\frac{4}{1}$

(٢) في الشكل المقابل النسبة بين سعة الموجتين $\frac{A_1}{A_2}$ ....

(أ) $\frac{1}{1}$ (ب) $\frac{2}{1}$ (جـ) $\frac{1}{2}$ (د) $\frac{4}{1}$

2 الموجات الطولية Longitudinal waves

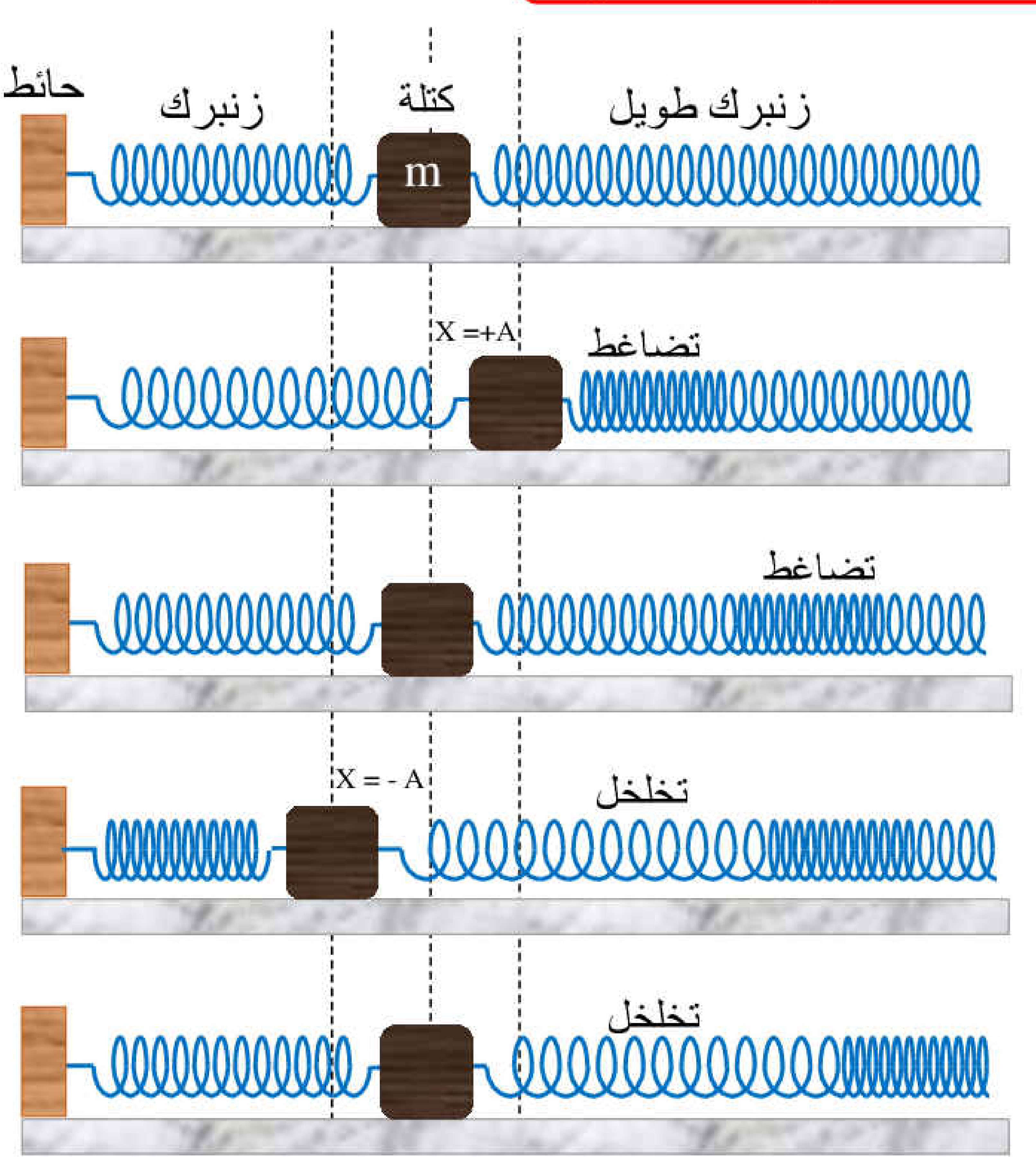
الموجات الطولية

هي تلك الموجات التي تهتز فيها جزيئات الوسط حول مواضع اتزانها في نفس خط انتشار الحركة الموجية.

حركة جزيئات الوسط
اتجاه انتشار الموجة

◈ **تتكون الموجة الطولية من:** تضاغطات وتخلخلات.

تجربة عملية | **لتوضيح التضاغطات والتخلخلات لموجة طولية في ملف زنبركي**



1. نضع كتلة (m) فوق سطح أفقي أملس مثبتة من أحد طرفيها في زنبرك والطرف الآخر في زنبرك طويل مثبت عند طرفه البعيد في حائط رأسي.
2. نجذب الكتلة (m) جهة اليمين في اتجاه محور الزنبرك إلى الموضع $X= +A$ فينضغط جزء من الزنبرك على يمين الكتلة فتقترب اللفات من بعضها، هذا التقارب يسمى تضاغط.
3. عندما تتحرك الكتلة (m) جهة اليسار إلى الموضع $X= -A$ فإن الزنبرك على يمين الكتلة (m) يستطيل وبذلك تتباعد اللفات، هذا التباعد بين اللفات يسمى تخلخل.
4. باستمرار حركة الكتلة (m) حول موضع الاستقرار حركة توافقية بسيطة فإن كل جزء من الوسط يقوم بدوره بحركة توافقية بسيطة حول موضع اتزانه فيسري في الزنبرك نبضات متلاحقة من التضاغطات والتخلخلات وتنتشر الحركة الموجية في الزنبرك بسرعة V .
5. يكون اتجاه حركة اللفات هو نفس اتجاه انتشار الحركة الموجية ولذلك سميت بالموجات الطولية.

التضاغط

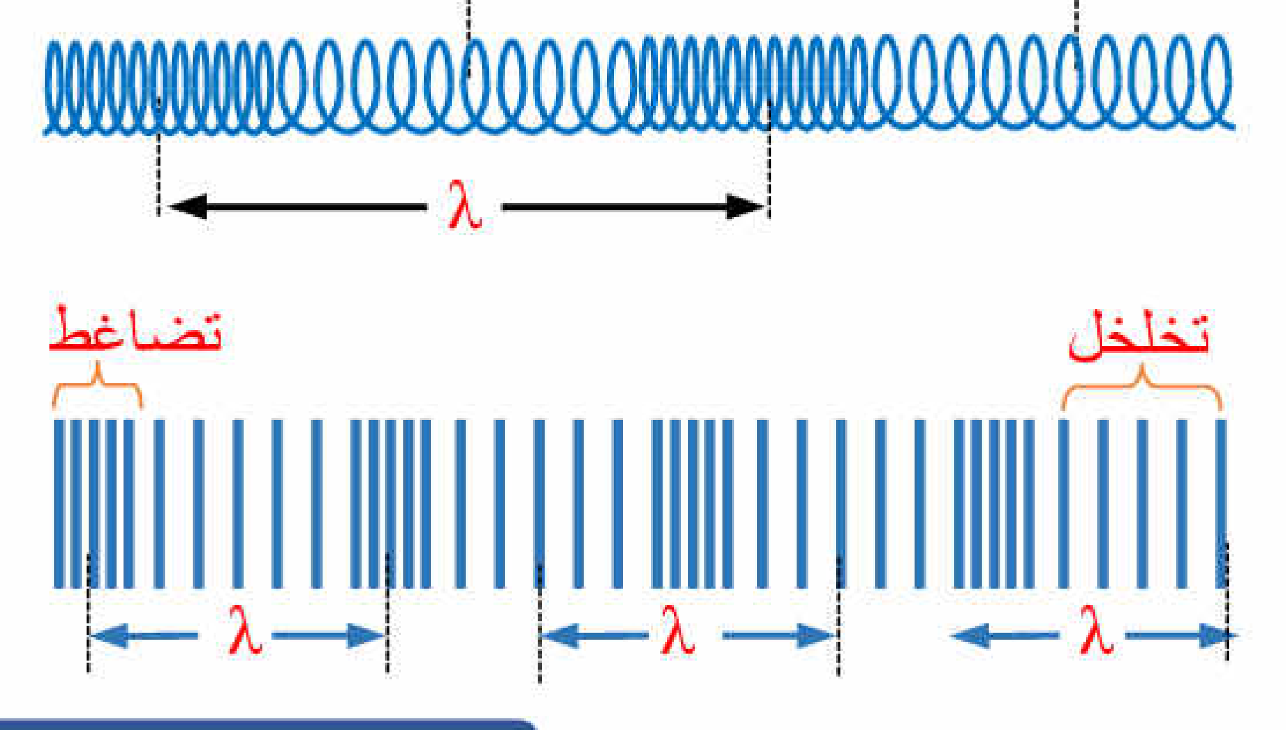
هو موضع من الموجة الطولية تتقارب فيه جزيئات الوسط إلى أقصى حد ممكن.

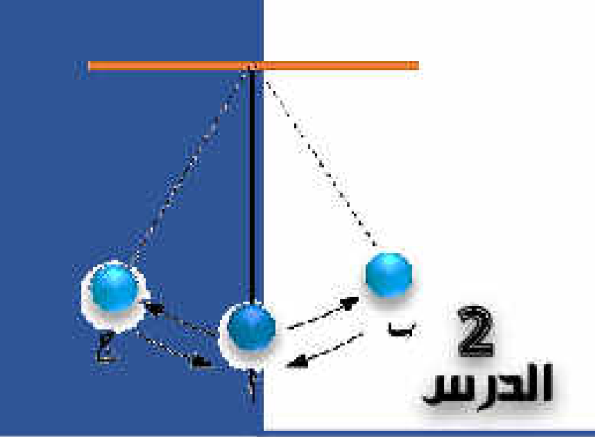
التخلخل

هو موضع من الموجة الطولية تتباعد فيه جزيئات الوسط إلى أقصى حد ممكن.

الطول الموجي لموجة طولية (λ)

هو المسافة بين مركزي أي تضاغطين متتاليين أو تخلخلين متتاليين"
أو "مجموع طولي تضاغط وتخلخل متتاليين"



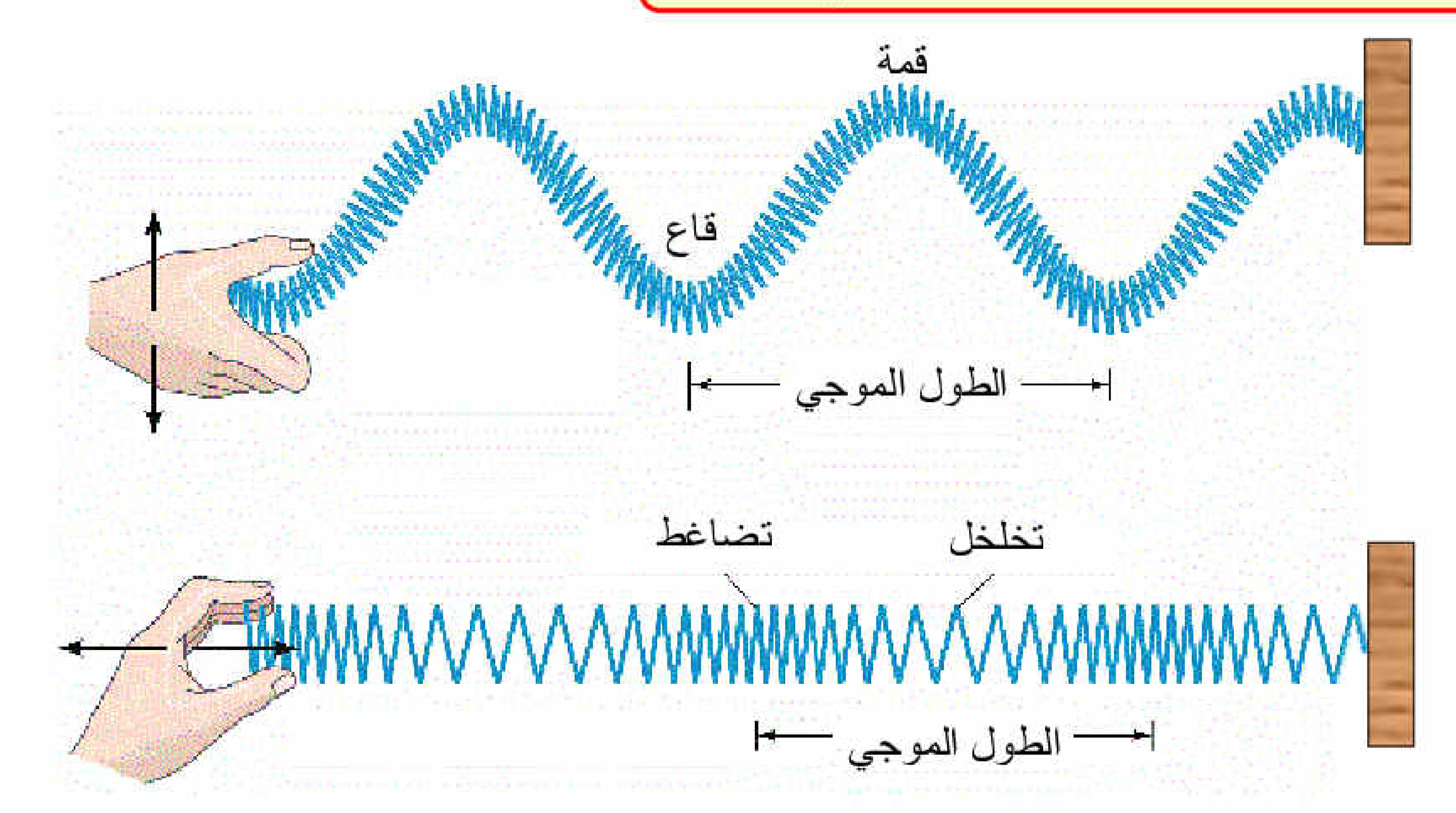


ملاحظة ... !!

❶ الموجة الطولية تتكون من تضاغط وتخلخل متتاليين
❷ يمكن حساب عدد الأمواج الطولية كالتالي:
◈ عدد الأمواج = الفرق بين رقمى التضاغطين. ◈ عدد الأمواج = الفرق بين رقمى التخلخلين.

يمكن الحصول على موجات مستعرضة وموجات طولية باستخدام ملف زنبركي طويل

❶ عند تحريك الملف لأعلى ولأسفل مع تثبيت الطرف الآخر تتكون موجات مستعرضة.



❷ وعند تحريك الملف للداخل والخارج مع تثبيت الطرف الآخر تتكون موجات طولية.

مقارنة بين الموجات المستعرضة والموجات الطولية.

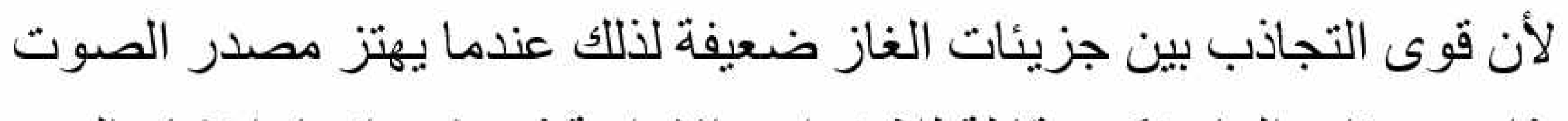
وجه المقارنة	الموجات المستعرضة	الموجات الطولية
التعريف	هي تلك الموجات التي تهتز فيها جزيئات الوسط حول موضع اتزانها في اتجاه عمودي على اتجاه انتشار الموجه.	هي الموجات التي تهتز فيها جزيئات الوسط حول مواضع اتزانها على نفس خط انتشار الحركة الموجية.
شكل الموجة	الإزاحة، λ، قمة، قاع، المسافة أو الزمن، λ	تضاغط، تخلخل، λ، λ، λ
(تكوينها)	تتكون من قمم وقيعان	تتكون من تضاغطات وتخلخلات
طول الموجة	المسافة بين قمتين متتاليتين أو قاعين متتاليين	المسافة بين مركزي تضاغطين متتاليين أو مركزي تخلخلين متتاليين.
شرط حدوثها	يلزم وجود تماسك نسبي بين جزيئات الوسط وهذا متوفر في السوائل والجوامد الصلبة.	يلزم وجود وسط مادي جزيئاته قابلة للاهتزاز وهذا متوافر في جميع حالات المادة.
أمثلة	الموجات الحادثة على سطح الماء الموجات الحادثة في وتر مهتز	موجات الصوت في الغازات الموجات الحادثة تحت سطح الماء في الأعماق
أوجه الشبه	جزيئات الوسط تهتز على جانبي موضع سكونها لمسافات قصيرة (حركة توافقية بسيطة)	



خلي بالك



① **ينتشر الصوت في الغازات على شكل موجات طولية فقط.** علل ...؟

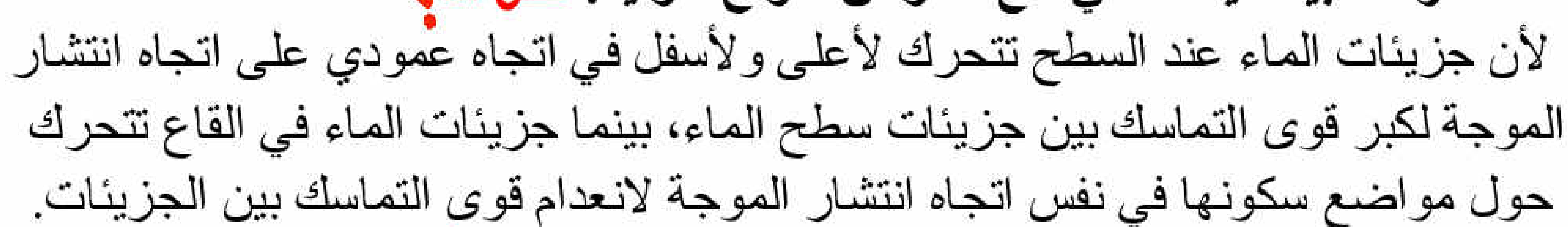


لأن قوى التجاذب بين جزيئات الغاز ضعيفة لذلك عندما يهتز مصدر الصوت فإن جزيئات الغاز تكون قابلة للاهتزاز والإزاحة في نفس اتجاه انتشار الموجة على شكل تضاغطات وتخلخلات.

② **ينتشر الصوت في الجوامد والسوائل على هيئة موجات طولية ومستعرضة.** علل ...؟

لأن في باطن المواد الجامدة والسائلة تنعدم محصلة قوى التجاذب بين الجزيئات فتهتز الجزيئات في اتجاه انتشار الموجة كموجات طولية، أما على السطح يكون اتجاه اهتزاز الجزيئات عموديا على اتجاه انتشار الموجة كموجات مستعرضة.

③ **عند تحريك ماء في حوض بواسطة لوح خشب يحدث عند سطح الماء أمواج مستعرضة بينما يحدث في قاع الحوض أمواج طولية.** علل ...؟

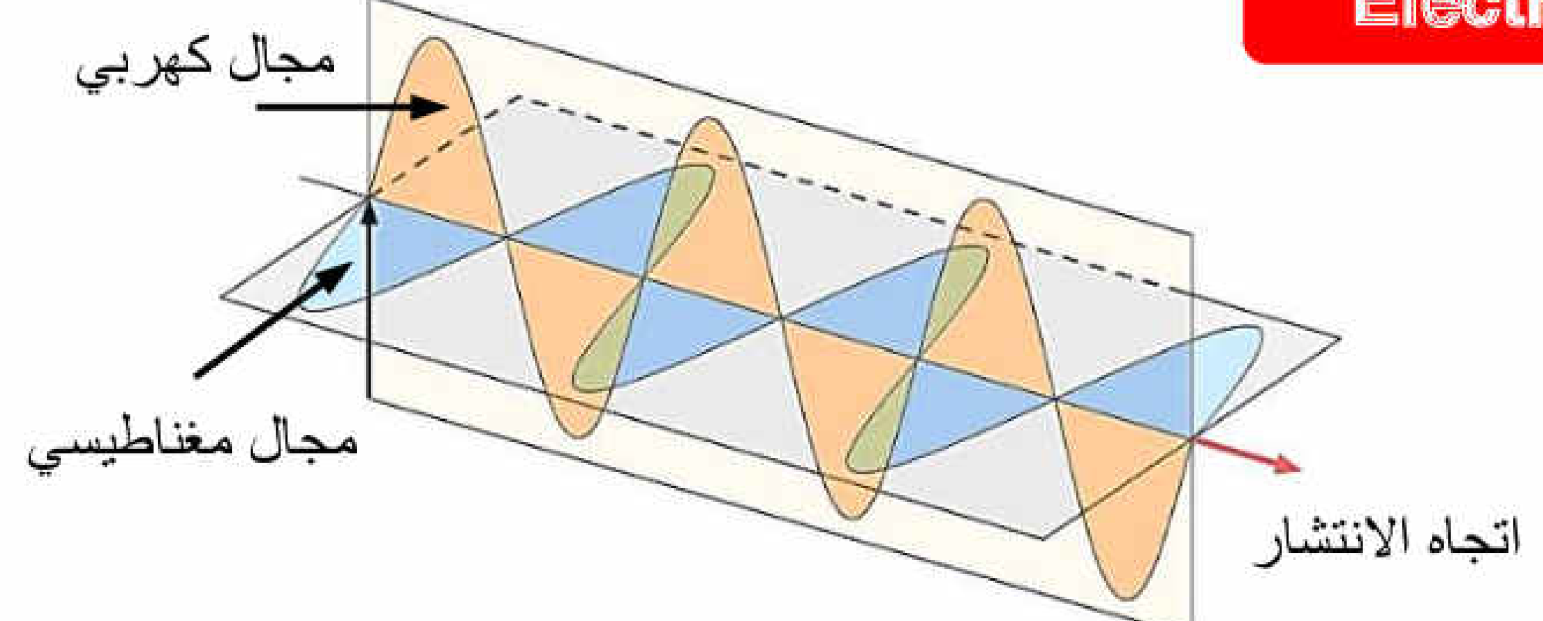


لأن جزيئات الماء عند السطح تتحرك لأعلى ولأسفل في اتجاه عمودي على اتجاه انتشار الموجة لكبر قوى التماسك بين جزيئات سطح الماء، بينما جزيئات الماء في القاع تتحرك حول مواضع سكونها في نفس اتجاه انتشار الموجة لانعدام قوى التماسك بين الجزيئات.

④ **الموجات الميكانيكية قد تكون طولية أو مستعرضة.** علل ...؟

لأنه عند اهتزاز جزيئات الوسط في نفس اتجاه انتشار الموجة تنشأ موجة طولية ، وعند اهتزاز جزيئات الوسط في اتجاه عمودي على اتجاه انتشار الموجة تنشأ موجة مستعرضة.

2 الموجات الكهرومغناطيسية Electromagnetic waves



الموجات الكهرومغناطيسية

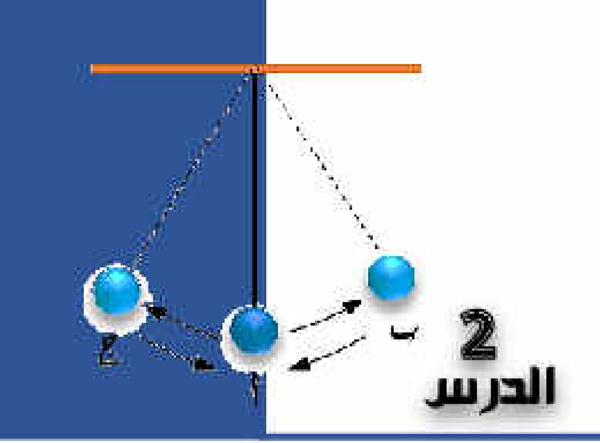
موجات تتكون من مجالات كهربية ومجالات مغناطيسية مهتزة بتردد υ ومتفقة في الطور ومتعامدة على بعضها وعلى اتجاه الانتشار وتنتشر في الأوساط المادية والفراغ.

- **تنشأ من:** اهتزاز مجالات كهربية ومجالات مغناطيسية بتردد υ ومتفقة في الطور ومتعامدة على بعضها وعلى اتجاه الانتشار.
- **الانتشار:** تنتشر خلال الأوساط المادية والفراغ.
- **أنواعها:** مستعرضة فقط.
- **الرؤية:** لا يرى منها الا منطقة الضوء المرئي فقط.
- **السرعة:** ثابته في الفراغ (أو الهواء) $(3 \times 10^8\ m/s)$ وتقل عند إنتقالها الى وسط آخر.
- **أمثلتها:** الموجات اللاسلكية والموجات تحت الحمراء وموجات الضوء المرئي وموجات الأشعة الفوق لبنفسجية وموجات اشعة اكس (السينية) وجاما.

ماذا يحدث ...؟

عند اصطدام نيزك بسطح القمر هل يستطيع جهاز حساس على سطح الأرض أن يكشف عن صوت الانفجار؟ ولماذا؟

جـ: لا يستطيع هذا الجهاز أن يكشف صوت الانفجار لأن الصوت موجة ميكانيكية لا تنتشر في الفراغ والمسافة بين القمر والأرض فراغ.



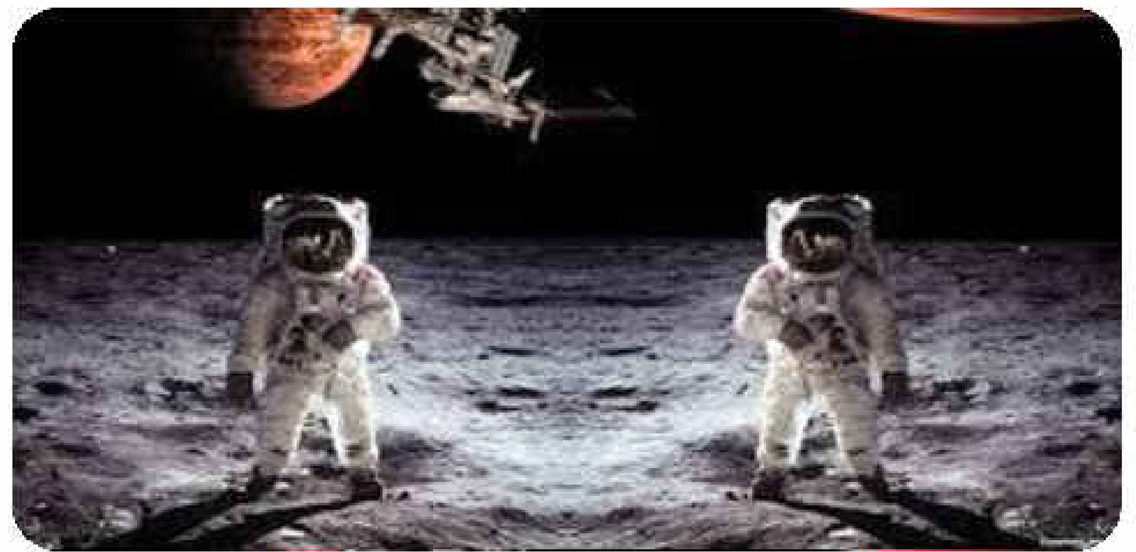
مقارنة بين الأمواج الميكانيكية والأمواج الكهرومغناطيسية

وجه المقارنة	موجات ميكانيكية	موجات كهرومغناطيسية
التعـــريف	هي موجات تحتاج إلى وسط مادي لتنتشر خلاله ولا تنتشر في الفراغ	هي موجات لا تحتاج بالضرورة إلى وسط مادي لتنتشر خلاله
انتشـــارها	تنتشر في الأوساط المادية فقط	تنتشر في الأوساط المادية والفراغ
نشـــأتها	تنشأ نتيجة اهتزاز وسط مادي	تنشأ نتيجة اهتزاز مجالات كهربية ومجالات ومغناطيسية
أقســـامها	موجات مستعرضة وموجات طولية	موجات مستعرضة فقط
ســـرعتها	تختلف عن بعضها في سرعة الانتشار	سرعتها ثابتة في الفراغ (الهواء) = سرعة الضوء (3×10^8 m/s)
أمثلـــــة	♦ أمواج الماء ♦ أمواج الصوت ♦ الأمواج المنتشرة في وتر مهتز	♦ أمواج الراديو ♦ أمواج الضوء ♦ الأشعة السينية ♦ أشعة جاما

خلي بالك



١) **جميع الموجات الكهرومغناطيسية مستعرضة فقط.** علل ... لأن كلا المجالين الكهربي والمغناطيسي متعامدين على بعضهما وعلى اتجاه انتشار الموجة.



٢) **لا يستطيع رواد الفضاء التحدث مباشرة على سطح القمر ولكن يستخدمون أجهزة لاسلكية.** علل ... لأن الصوت موجات ميكانيكية يلزمها وسط مادي تنتشر فيه كالهواء والفضاء لا يحتوي على هواء، بينما موجات اللاسلكي موجات كهرومغناطيسية يمكن أن تنتشر في الفضاء.

٣) **يصل ضوء الشمس إلى الأرض بينما لا نسمع صوت الانفجارات بها.** علل ... لأن الضوء موجات كهرومغناطيسية يمكن أن تنتشر في الفراغ وفي الهواء فتصل للأرض، بينما صوت الانفجارات موجات ميكانيكية تحتاج وسط مادي كالهواء وفي الفراغ الشاسع بين الشمس والأرض لا يوجد هواء.

فكر وجاوب

اختر:

أفضل مخطط اتجاهي يوضح العلاقة بين كل من سرعة انتشار الموجة (v_1) وسرعة اهتزاز جزيئات الوسط (v_2) وإزاحة جزيئات الوسط (x) في حالة الموجة المستعرضة.

(أ) v_1 → ، v_2 ↔ ، x ↔ (أفقية)

(ب) v_1 ↑ ، v_2 ↔ (أفقية) ، x ↕ (رأسية)

(ج) v_1 ↑ ، v_2 ↕ ، x ↕ (رأسية)

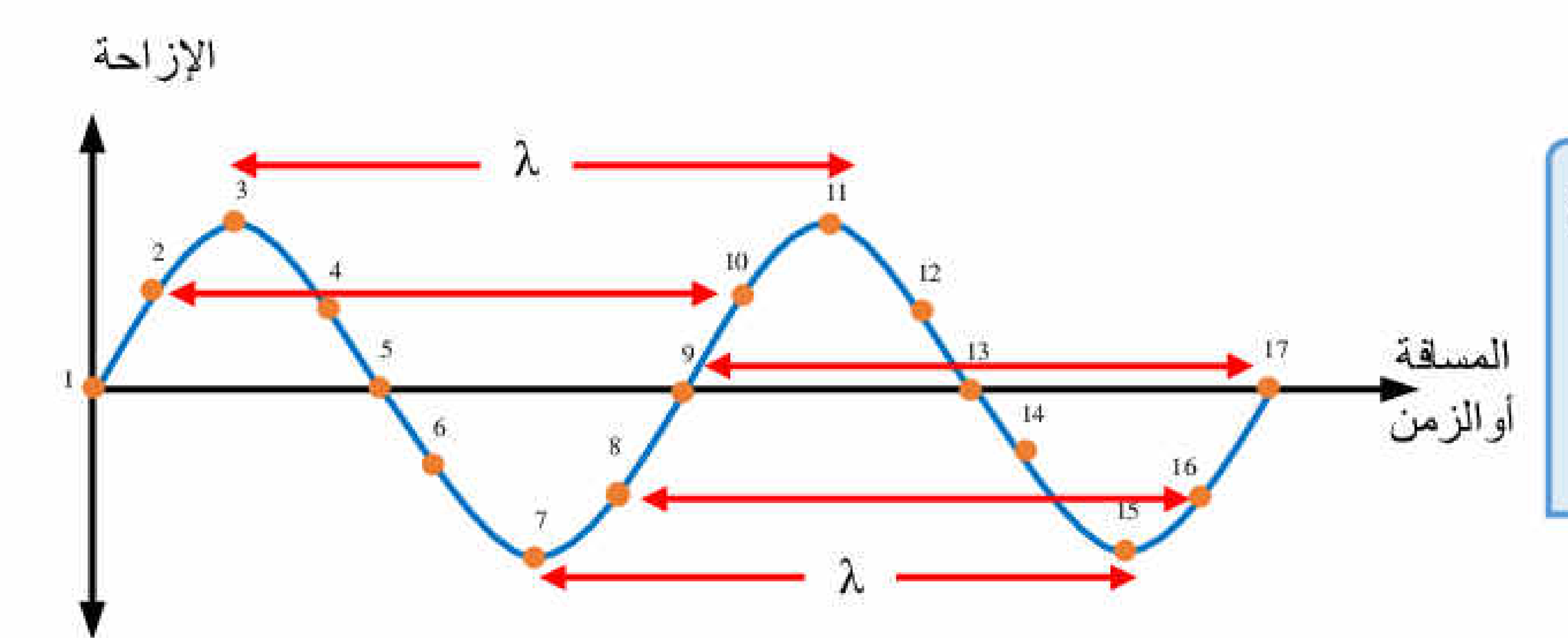
(د) v_1 → ، v_2 ↕ ، x ↕ (رأسية)

قانون سرعة انتشار الموجة

– سبق التعريف للطول الموجي للموجة الطولية والموجة المستعرضة ولكن يمكن تعريف الطول الموجي بشكل عام كما يلي:

الطول الموجي

هو المسافة بين أي نقطتين متتاليتين في اتجاه انتشار الموجة لهما نفس الطور. **أو**
"هو المسافة التي تقطعها الموجة خلال زمن دوري واحد"

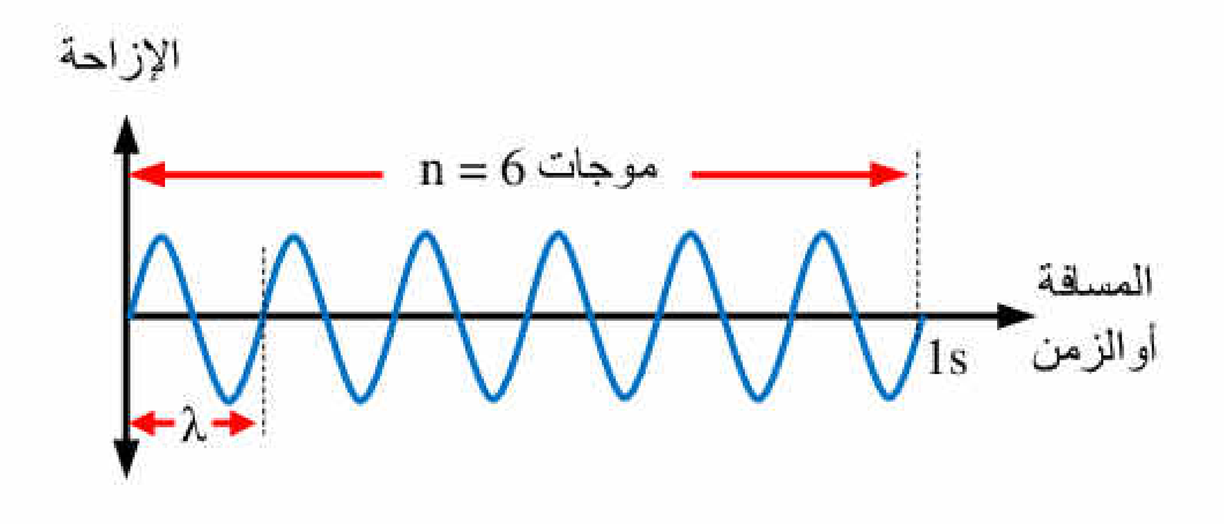


ما معنى أن ... ؟!

الطول الموجي لموجة = 8 متر؟
معنى ذلك أن المسافة بين أي نقطتين متتاليتين لهما نفس الطور في مسار حركتها = 8 متر

تردد الموجة

هو عدد الموجات التي تمر بنقطة معينة في مسار الحركة الموجية في زمن قدره 1 ثانية.
أو "هو عدد الأطوال الموجية التي تقطعها الموجة المنتشرة في اتجاه معين في وحدة الزمن (الثانية الواحدة)"



ما معنى أن ... ؟!

تردد موجة = 6 هرتز؟
معنى ذلك أن عدد الموجات الحادثة خلال ثانية واحدة = 6 موجات
أو عدد الأطوال الموجية خلال الثانية الواحدة = 6 طول موجي

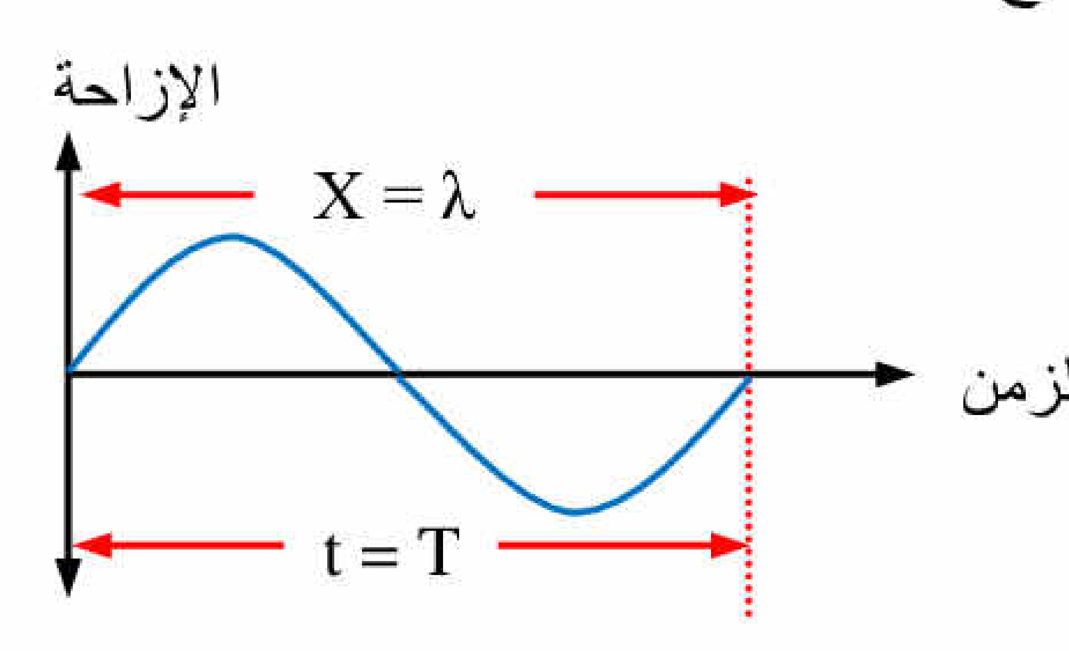
استنتاج قانون انتشار الأمواج (القانون العام للأمواج)

– هذا القانون يوضح العلاقة بين التردد والطول الموجي وسرعة انتشار الأمواج

1. نفرض أن موجة تنتشر بسرعة (V) وهذه الموجة قطعت مسافة قدرها (X) في زمن قدره (t) فإن:

$$V = \frac{X}{t} - - - - (1)$$

- من الرسم المقابل نجد أن: $t = T$, $X = \lambda$



2. بالتعويض في المعادلة (1) عن المسافة والزمن نجد أن :

$$V = \frac{\lambda}{T} - - - - - (2)$$

3. ولكن: $\upsilon = \frac{1}{T}$ وبالتعويض في المعادلة 2 نجد أن:

سرعة انتشار الموجة = التردد × الطول الموجي $V = \upsilon \times \lambda$

ملاحظة ... !!

القانون السابق ينطبق على جميع الموجات.

سرعة انتشار الموجة (v)

المسافة التي تقطعها الموجة في الثانية الواحدة في اتجاه انتشارها

ما معنى أن ... ؟!

سرعة موجة = 20 m/s

جـ: معنى ذلك أن المسافة التي تقطعها الموجة خلال واحد ثانية = 20m



العوامل التي تتوقف عليها سرعة انتشار الموجة:

1. طبيعة الوسط (نوع الوسط).
2. درجة حرارة الوسط.



1. **الموجات الصوتية تختلف سرعتها باختلاف نوع الوسط حيث:**
سرعة الموجة في الوسط الصلب > سرعة الموجة في الوسط السائل > سرعة الموجة في الوسط الغازي
2. **موجات الضوء (جزء من الموجات الكهرومغناطيسية يتراوح طولها الموجي من 400 – 700 نانومتر)** تختلف سرعتها باختلاف نوع الكثافة الضوئية للوسط الشفاف فقط (فهي لا تنتقل الا في الأوساط الشفافة فقط ولا تنتقل في الأوساط المعتمة).
3. **باقي الموجات الكهرومغناطيسية تختلف سرعتها ونفاذها في جميع الأوساط (الشفافة – المعتمة)** حسب الطول الموجي لها وطبيعة الوسط.
4. **كلما زاد تردد الموجة قل الطول الموجي لها في الوسط المتجانس. علل ...؟** لأن تردد الموجة يتناسب عكسيا مع الطول الموجي ($\upsilon \propto \frac{1}{\lambda}$) لثبوت سرعة انتشار الموجة في الوسط المتجانس.

ملاحظات لحل المسائل (2)

1. العلاقة: $V = \upsilon \times \lambda$ عامة لجميع أنواع الأمواج
2. سرعة الموجة ثابتة في نفس الوسط لا تتغير (فمثلاً سرعة الصوت في الهواء ثابتة مهما تغير مصدر الصوت)
3. **عند انتقال الموجة**

في نفس الوسط

حيث: تتساوى الموجات في سرعة الانتشار فيصبح الطول الموجي يتناسب عكسيا مع التردد ويكون: $\lambda \propto \frac{1}{\upsilon}$

∵ سرعة انتشار الموجة ثابتة في الوسط $V = const.$

$\because V_1 = V_2 \ , \quad \lambda_1 . \upsilon_1 = \lambda_2 . \upsilon_2, \quad \therefore \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{\upsilon_2}{\upsilon_1}$

بين وسطين مختلفين

حيث: عند انتقال موجة من وسط لآخر:

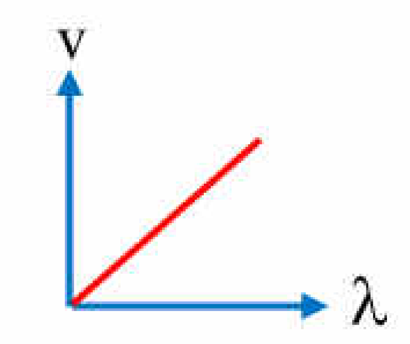
- تتغير السرعة.
- يتغير الطول الموجي.
- يظل **التردد ثابت**.

∵ $V \propto \lambda$ عند انتقال الموجة من وسط لآخر حيث التردد ثابت

$\frac{V_1}{V_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} \ , \quad \frac{V_1}{\lambda_1} = \frac{V_2}{\lambda_2} \ , \quad \therefore \upsilon_1 = \upsilon_2$

4. يمكن حساب عدد الموجات من العلاقة : $n = \frac{X}{\lambda}$ حيث (X) المسافة الكلية المقطوعة.
5. سرعة الضوء في الهواء او الفراغ $C = 3\times10^8$ m/s وهي سرعة الموجات الكهرومغناطيسية أيضا.
6. عندما تكون موجات مستعرضة دائرية (مثل القاء حجر في ماء راكد) تكون المسافة التي تقطعها الموجة (X) مساوية لنصف قطر الموجة الخارجية الأولى.

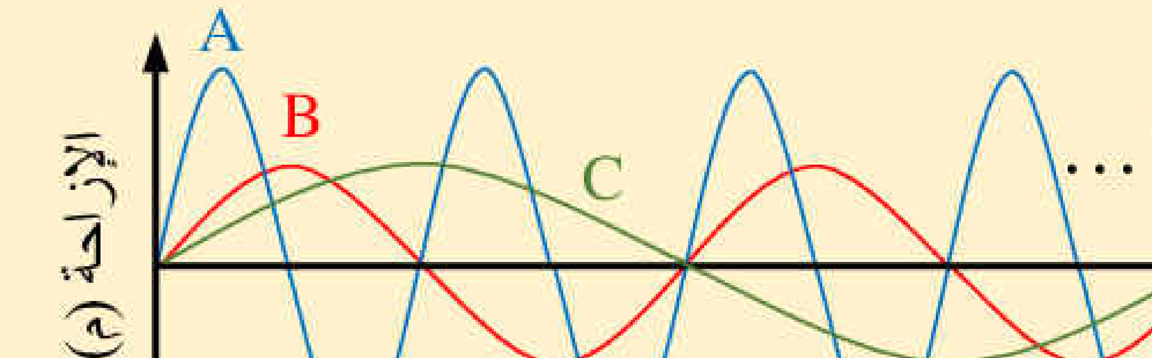


العلاقة بين	الشكل البياني	القانون ودلالة الميل
الطول الموجي λ ومقلوب التردد $\frac{1}{\upsilon}$ عند ثبوت السرعة في نفس الوسط	λ ، $\frac{1}{\upsilon}$	$v = \upsilon \times \lambda$ $\therefore slope = \frac{\Delta\lambda}{\Delta\frac{1}{\upsilon}} = \lambda.\upsilon = v$
السرعة V والطول الموجي λ عند ثبوت التردد		$v = \upsilon \times \lambda$ $\therefore slope = \frac{\Delta v}{\Delta\lambda} = \upsilon$



اختر:

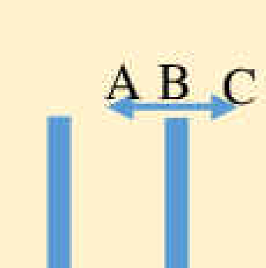
① في الشكل موجات تنتشر في نفس الوسط أي من الموجات أكبر سرعة ...



(أ) A (ب) B

(ج) C (د) جميعهم متساوية

② يمثل الشكل المقابل أحد أذرع شوكة رنانة مهتزة ، أي مسار حركة يمثل اهتزازة كاملة :

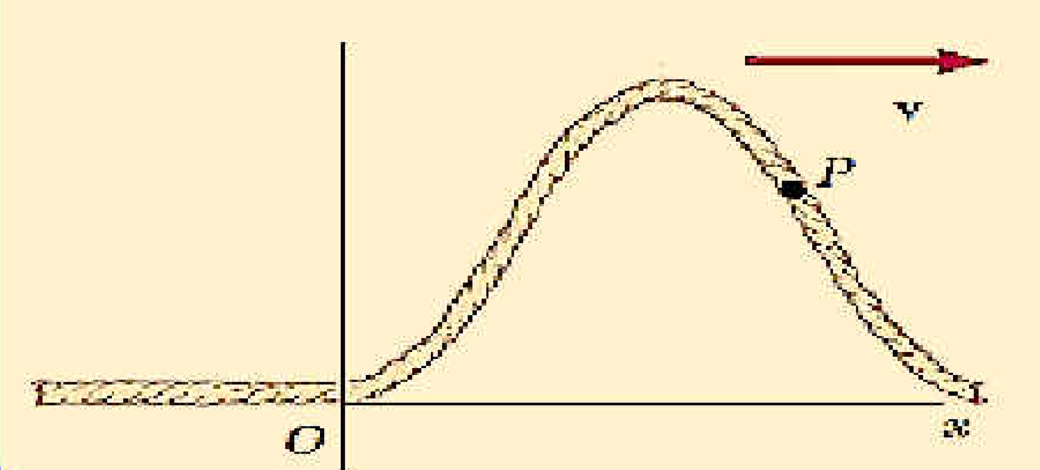


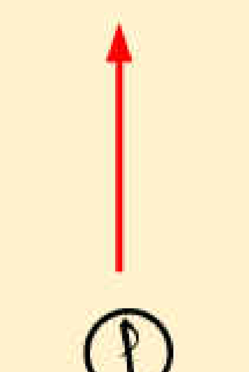
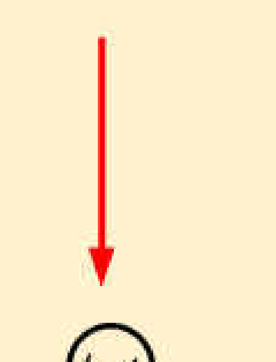
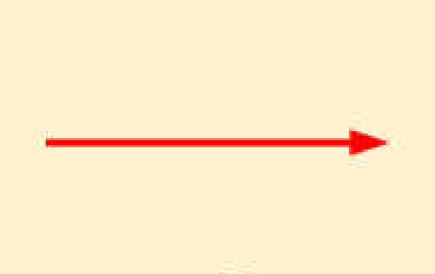
(أ) $A \rightarrow C \rightarrow B$ (ب) $B \rightarrow C \rightarrow A$

(ج) $A \rightarrow C \rightarrow A$ (د) $B \rightarrow C \rightarrow B$



③ يبين الشكل المقابل نبضة تتحرك على حبل: السهم الذى يدل علي اتجاه حركة النقطة (P) في هذه اللحظة هو :



(أ)  (ب)  (ج)  (د) 

مثال 1

احسب تردد موجات ضوء تنتشر في الفضاء بسرعة 300 ألف كيلومتر/ث علما بأن طول موجة الضوء = 6000 أنجستروم
$(1\overset{o}{A} = 10^{-10} m)$

المعطيات

$C = 3\times10^{8}$ m/s

$\lambda = 6000\ \overset{o}{A}$

الإجابة

$$\upsilon = \frac{V}{\lambda} = \frac{3\times10^{8}}{6\times10^{3}\times10^{-10}} = \mathbf{0.5\times10^{15}\ Hz}$$

مثال 2

شوكة رنانة ترددها 480Hz طرقت وقربت من فوهة أنبوبة هوائية طولها 12 متر فإذا وصلت الموجة الأولى الحادثة عند الفوهة إلى نهاية الأنبوبة عندما كانت الشوكة على وشك إرسال الموجة الثالثة عشر، احسب سرعة الصوت في الهواء.

المعطيات

$\upsilon = 480Hz$
$X = 12\ m$
$n = 12$ موجة

الإجابة

- **عدد الأمواج الموجودة داخل الأنبوبة =** 12 موجة

$$\lambda = \frac{X}{n} = \frac{12}{12} = 1m$$

$$V = \upsilon \times \lambda = 480 \times 1 = \mathbf{480m/s}$$

مثال 3

حوض به ماء ويوجد عند قاع الحوض مصدر صوتي مهتز تردده 5000 Hz فإذا كان عدد الموجات التي تصل الى السطح 10 موجات وسرعة الصوت في الماء 1400 م/ث احسب عمق الحوض.

المعطيات

$\upsilon = 5000\ Hz$
$n = 10$ موجات
$V = 1400\ m/s$

الإجابة

$$\lambda = \frac{V}{\upsilon} = \frac{1400}{5000} = 0.28\ m$$

$$X = n \times \lambda = 10 \times 0.28 = \mathbf{2.8\ m}$$

مثال 4

موجتان ترددهما 512 ، 256 هرتز تنتشران في وسط معين بسرعة واحدة احسب النسبة بين الطول الموجي لهما

المعطيات

$\upsilon_1 = 512\ Hz$
$\upsilon_2 = 256\ Hz$

الإجابة

$$\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{\upsilon_2}{\upsilon_1} = \frac{256}{512} = \mathbf{\frac{1}{2} = 0.5}$$

مثال 5

نغمتان ترددهما 680Hz ، 425Hz فإذا كان الطول الموجي للموجة الثانية يزيد عن الطول الموجي للأولى بمقدار 30cm احسب سرعة الصوت في الهواء

المعطيات

$\upsilon_1 = 680\ Hz$
$\upsilon_2 = 425\ Hz$
$\lambda_2 = \lambda_1 + 0.3\ m$

الإجابة

$$\because \frac{\upsilon_1}{\upsilon_2} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} \Rightarrow \therefore \frac{680}{425} = \frac{\lambda_1 + 0.3}{\lambda_1}$$

$$\therefore 680\lambda_1 = 425\lambda_1 + 127.5 \quad \Rightarrow \quad \therefore \lambda_1 = 0.5m$$

$$\because V = \upsilon \times \lambda = 680 \times 0.5 = \mathbf{340m/s}$$



مثال 6

مصدر صوتي يصدر موجة صوتية ترددها 170Hz تنتشر في الهواء بسرعة 340m/s احسب الطول الموجي لهذه الموجة.
وإذا علمت أنه عند ارتفاع درجة الحرارة زاد الطول الموجي بنسبة 10% احسب سرعة الصوت في الهواء حينئذ.

المعطيات

$\upsilon = 170$ Hz
$v = 340$ m/s
$\Delta\lambda = 10\%\ \lambda_1$

الإجابة

$$\because V = \upsilon \times \lambda \Rightarrow \therefore 340 = 170\lambda \quad \Rightarrow \quad \therefore \lambda = \frac{340}{170} = 2\text{m}$$

$\because$ الزيادة في الطول الموجي $= \frac{10}{100} \times 2 = 0.2$ متر

$$\therefore \lambda_2 = 2 + 0.2 = 2.2 \text{ m}$$

$$\therefore V_2 = \upsilon \times \lambda_2 = 170 \times 2.2 = \mathbf{374m/s}$$

مثال 7

ألقى طالب حجرا في بحيرة ساكنة فتكونت موجات على شكل دوائر متحدة المركز، مركزها نقطة سقوط الحجر فإذا علمت أن 30 موجة تكونت خلال 3 ثانية وذلك في دائرة قطرها الخارجي 4.2 متر احسب:

1. طول الموجة الحادثة
2. ترددها
3. الزمن الدوري
4. سرعة انتقال الموجة

المعطيات

$n = 30$ موجة
$t = 3$s
$X = r = 2.1$ m

الإجابة

1. $\lambda = \frac{X}{n} = \frac{2.1}{30} = \mathbf{0.07m}$
2. $\upsilon = \frac{n}{t} = \frac{30}{3} = \mathbf{10Hz}$
3. $T = \frac{1}{\upsilon} = \frac{1}{10} = \mathbf{0.1s}$
4. $V = \upsilon \times \lambda = 10 \times 0.07 = \mathbf{0.7m/s}$

مثال 8

محطة إرسال لاسلكي ترسل موجات نحو قمر صناعي بسرعة 3×10^8 m/s , ثم تستقبل المحطة الموجات بعد 0.03 s
احسب المسافة بين الأرض والقمر الصناعي بالكيلو متر.

المعطيات

$c = 3 \times 10^8$ m/s
$t = 0.03$s

الإجابة

$\because$ زمن الذهاب والإياب = 0.03 s

$\therefore$ زمن الذهاب فقط

$$t = \frac{0.03}{2} = 0.015\text{s}$$

$\therefore$ المسافة

$$X = V \cdot t = 3 \times 10^8 \times 0.015 = \mathbf{4.5 \times 10^6\ m} = \mathbf{4.5 \times 10^3\ Km}$$

مثال 9

حدثت عاصفة رعدية على بعد 660 Km من شخص , احسب الفترة الزمنية التي تحدث بين رؤية البرق وسماع صوت الرعد , علماً بأن سرعة الصوت 340 m/s , وسرعة الضوء 3×10^8 m/s

المعطيات

X = 660 Km
v = 340 m/s
$c = 3 \times 10^8 \; m/s$

الإجابة

$X = 660 \text{ Km} = 660 \times 10^3 \text{ m}$

- **نوجد زمن وصول الصوت إلى الشخص**

$$t_1 = \frac{x}{V_{\text{صوت}}} = \frac{660\times10^3}{340} = 1.94\times10^3 \text{ s}$$

- **نوجد زمن وصول الضوء إلى الشخص**

$$t_2 = \frac{x}{V_{\text{ضوء}}} = \frac{660\times10^3}{3\times10^8} = 2.2\times10^{-3} \text{ s}$$

- **الفترة الزمنية بين سماع الصوت ورؤية الضوء**

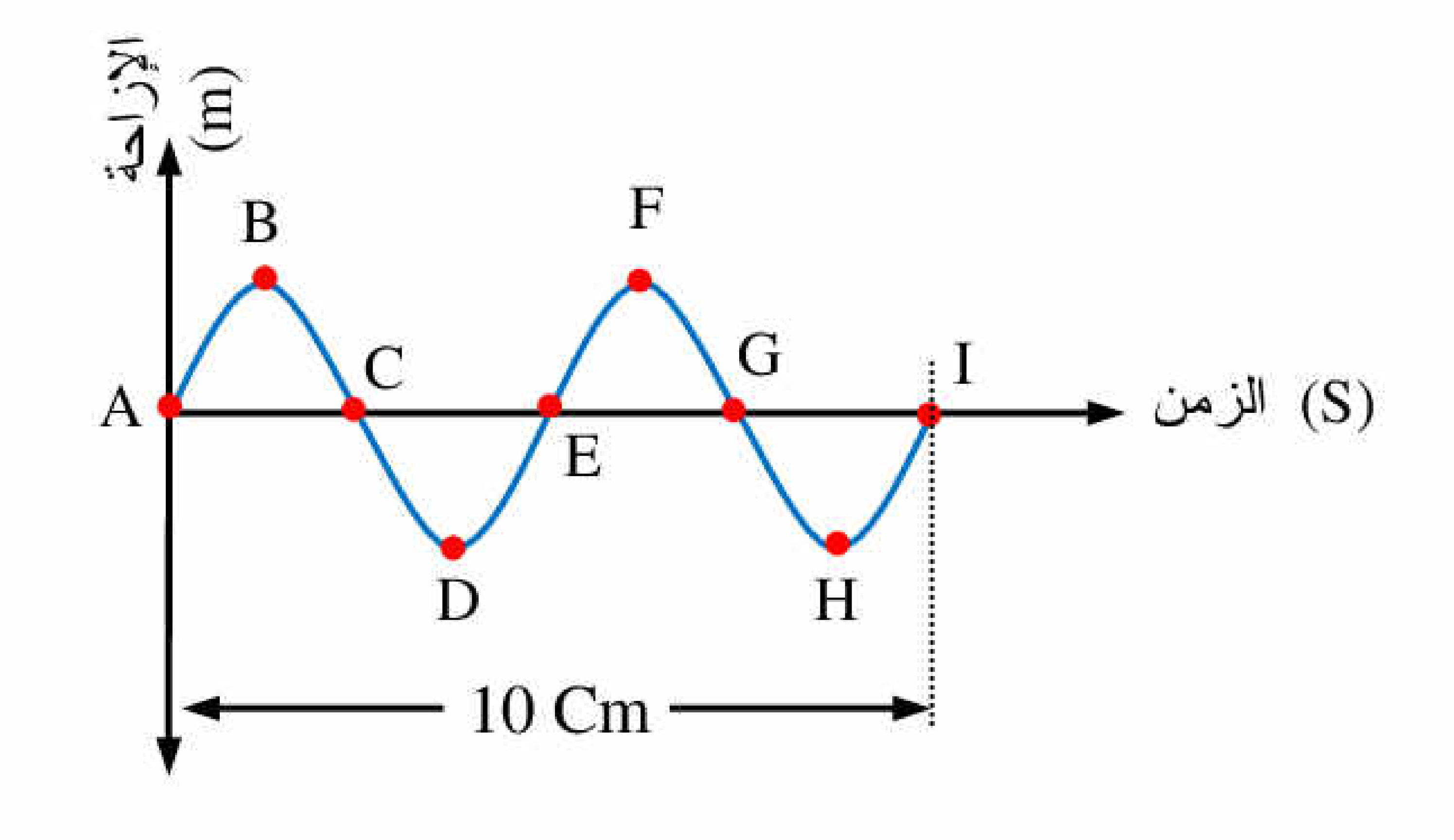
$$t = t_1 - t_2 = 1.94\times10^3 - 2.2\times10^{-3} = \mathbf{1.939\times10^3 \text{ s}}$$

مثال 10

الشـكل المقابل: يمثل موجة مسـتعرضـة، فإذا كان الزمن اللازم لوصـول مقدمة الموجة من نقطة A إلى نقطة C هو 0.1s احسب :

❶ طول الموجة ❷ التردد ❸ سرعة الموجة ❹ الفترة الزمنية بين F , A ❺ الفترة الزمنية بين G , F

الإجابة



❶ $\lambda = \frac{X}{n} = \frac{10\times10^{-2}}{2} = \mathbf{0.05m}$

❷ $\upsilon = \frac{n}{t} = \frac{0.5}{0.1} = \mathbf{5Hz}$

❸ $V = \upsilon\times\lambda = 5\times0.05 = \mathbf{0.25m/s}$

❹ $t = \frac{n}{\upsilon} = \frac{1.25}{5} = \mathbf{0.25\ s}$

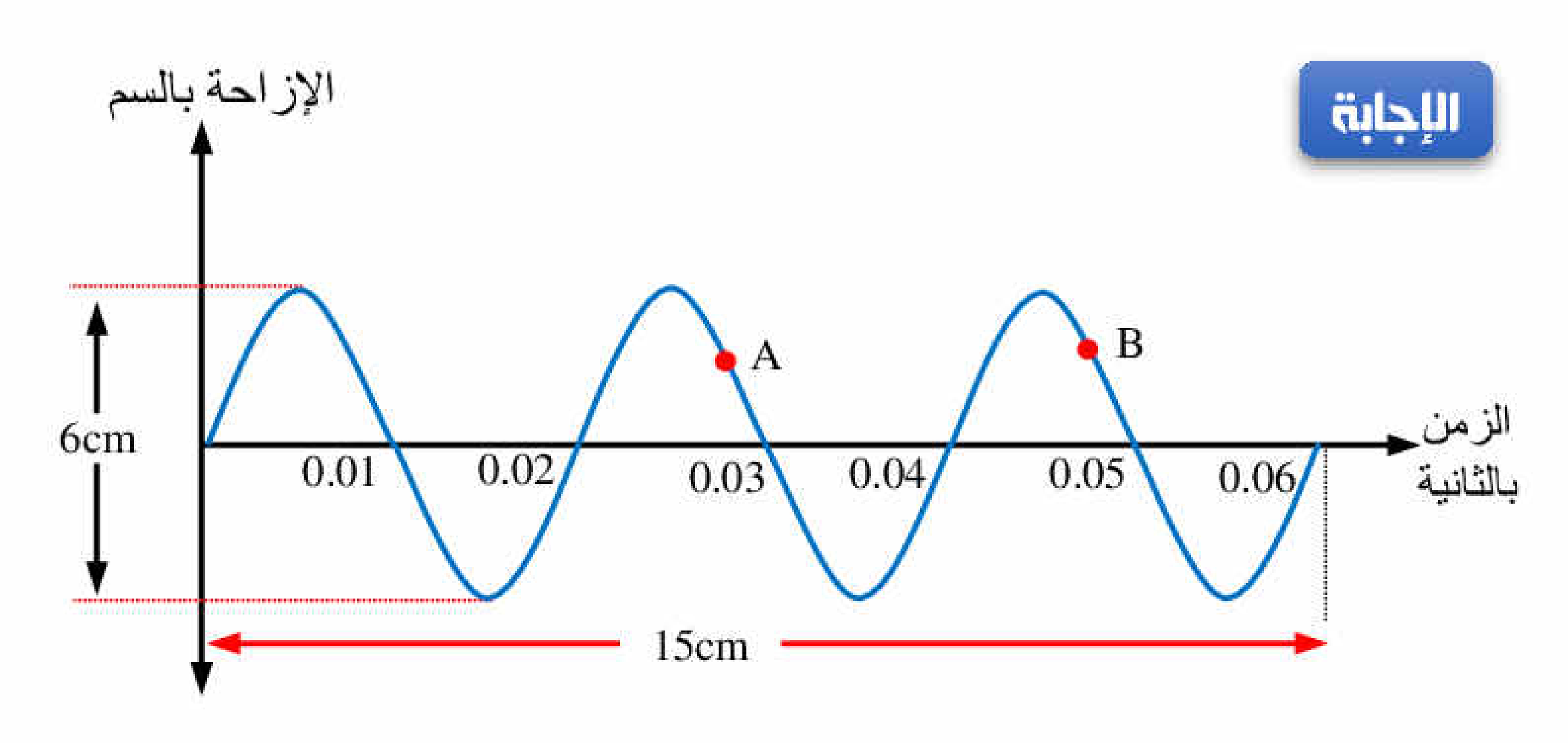
❺ $t = \frac{n}{\upsilon} = \frac{0.25}{5} = \mathbf{0.05\ s}$



الشكل المبين: يوضح علاقة الإزاحة (بالسنتيمتر) مع الزمن (بالثواني) لموجة مستعرضة أوجد:

❶ الطول الموجي ❷ سعة الاهتزازة ❸ الزمن الدوري ❹ التردد ❺ سرعة انتشار الأمواج
❻ ما تمثله المسافة AB

الإجابة



❶ $\lambda = \frac{X}{n} = \frac{15 \times 10^{-2}}{3} = 0.05m$

❷ $A = \frac{6 \times 10^{-2}}{2} = 0.03\ m$

❸ $T = \frac{t}{n} = \frac{0.06}{3} = 0.02s$

❹ $\upsilon = \frac{1}{T} = \frac{1}{0.02} = 50Hz$

❺ $V = \upsilon \times \lambda = 50 \times 0.05 = 2.5m/s$

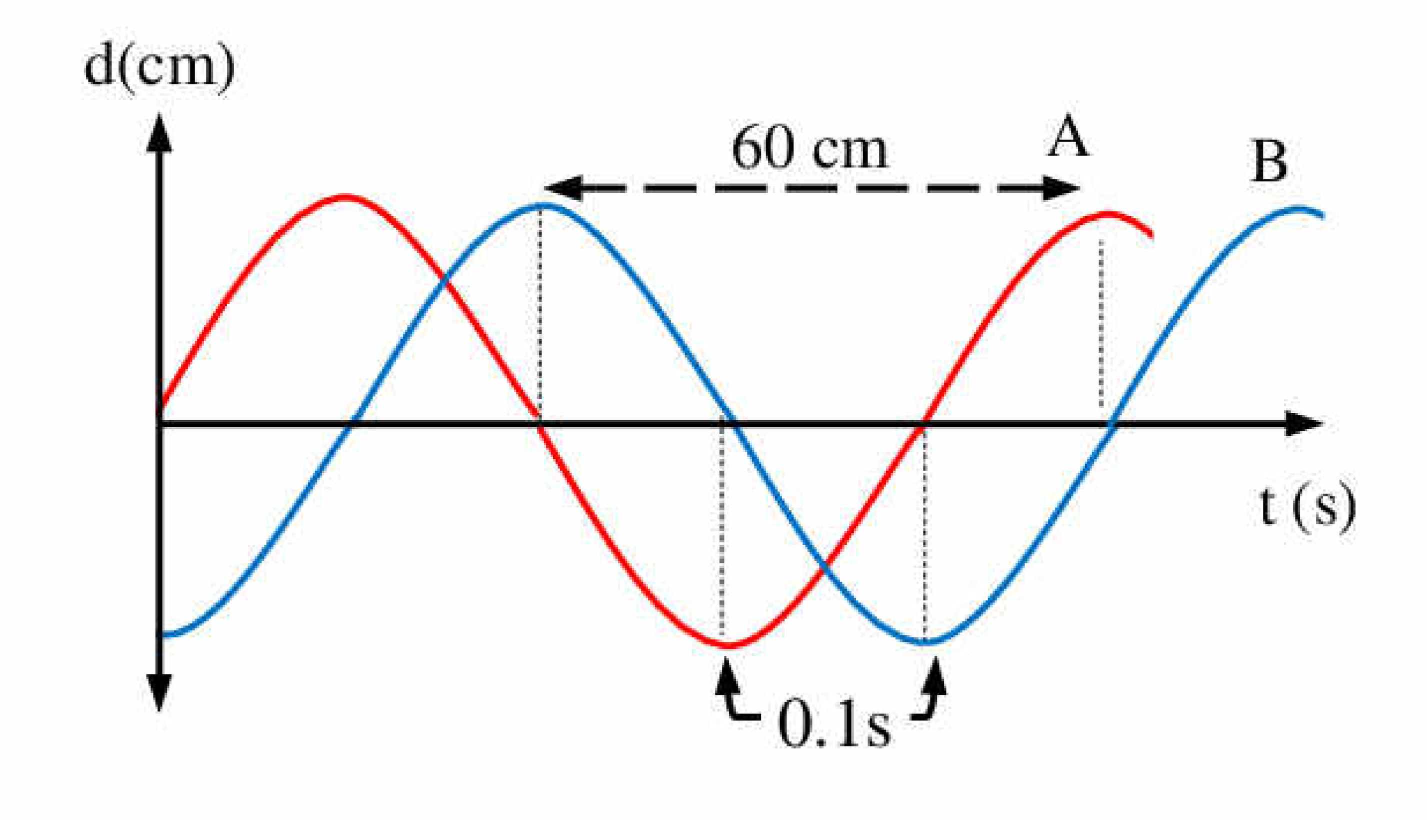
❻ الذي تمثله المسافة AB هو الطول الموجي لأنه المسافة بين نقطتين متتاليتين لهما نفس الطور = 0.05 متر



الشكل المبين: يوضح علاقة الإزاحة (بالسنتيمتر) مع الزمن (بالثواني) لموجتين مستعرضتين متماثلتين أوجد:

❶ الطول الموجي ❷ الزمن الدوري ❸ التردد ❹ سرعة انتشار الأمواج

الإجابة

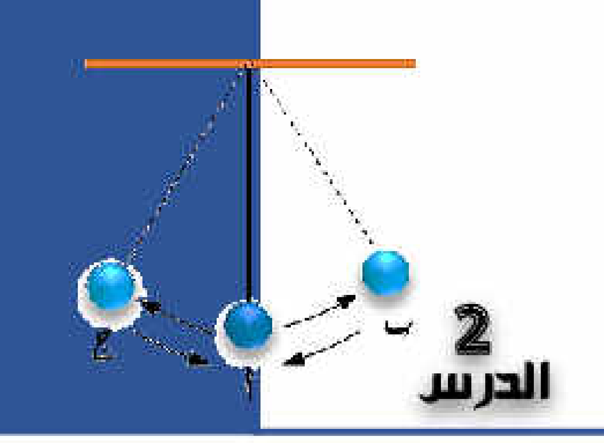


❶ $\lambda = \frac{X}{n} = \frac{60 \times 10^{-2}}{3/4} = 0.8m$

❷ $T = \frac{t}{n} = \frac{0.1}{0.25} = 0.4s$

❸ $\upsilon = \frac{1}{T} = \frac{1}{0.4} = 2.5Hz$

❹ $V = \upsilon \times \lambda = 2.5 \times 0.8 = 2m/s$



مثال بياني

- الجدول التالي يوضح العلاقة بين التردد (υ) ومقلوب الطول الموجي ($\frac{1}{\lambda}$) لموجة تتحرك في وسط ما :

υ (Hz)	500	250	X	100	50
$\frac{1}{\lambda}$ (m^{-1})	1	0.5	0.25	0.2	0.1

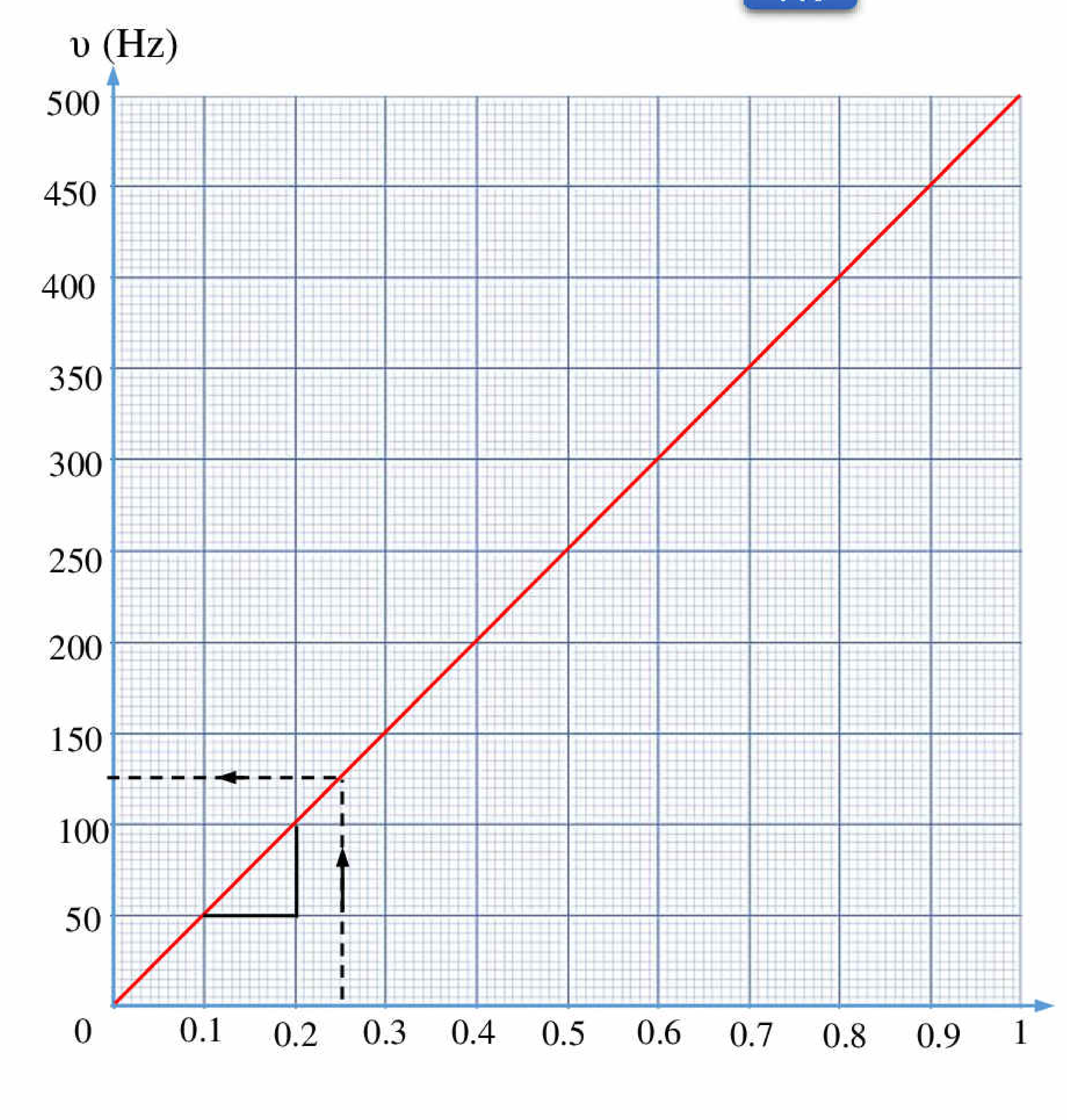
❶ ارسم علاقة بيانية بين تردد الموجة (υ) على المحور الرأسي ومقلوب الطول الموجي ($\frac{1}{\lambda}$) على المحور الأفقي:

❷ من الرسم أوجد :

a. قيمة X

b. سرعة انتشار الموجة خلال الوسط.

الإجابة



a. قيمة X

X= **125Hz**

b. سرعة انتشار الموجة خلال الوسط.

$$\text{slope} = \frac{\Delta \upsilon}{\Delta \frac{1}{\lambda}} = v$$

$$= \frac{100 - 50}{0.2 - 0.1} = 500 \text{m/s}$$

$$\therefore V = \mathbf{500 m/s}$$

1 أسئلة الاختيار من متعدد

(1) عند انتقال موجة من الهواء إلى الماء فإن ترددها......................

أ) يزداد ب) يقل ج) يظل ثابت

(2) عندما تهتز جزيئات الوسط في اتجاه عمودى على اتجاه انتشار الحركة الموجية فإن الموجة تسمى ....

أ) طولية ب) مستعرضة ج) الإثنين معاً

(3) عندما تهتز جزيئات الوسط في نفس اتجاه انتشار الحركة الموجية فإن الموجة تسمى ....

أ) طولية ب) مستعرضة ج) موقوفة د) كهرومغناطيسية

(4) عند تحريك ماء فى حوض بواسطة لوح من الخشب يحدث عند القاع موجات ....

أ) طولية ومستعرضة ب) طولية ج) مستعرضة . د) كهرومغناطيسية

(5) تنتقل الموجات في الماء على هيئة ....

أ) أمواج طولية ب) أمواج مستعرضة ج) أمواج طولية ومستعرضة

(6) عند وضع قطعة من الخشب على سطح ماء في حوض ، فإذا تولدت موجة على سطح الماء تنتشر في الاتجاه الموضح بالشكل فإن قطعة الخشب ....

اتجاه انتشار الموجة

أ) تهتز لأعلى ولأسفل وتنتقل في نفس اتجاه انتشار الموجة .

ب) تهتز لأعلى ولأسفل وتنتقل في عكس اتجاه انتشار الموجة .

ج) تهتز لأعلى ولأسفل ولا تنتقل من مكانها .

د) تظل ساكنة في مكانها .

(7) الموجات الكهرومغناطيسية هي موجات ....

أ) طولية ب) مستعرضة ج) منها طولية ومنها مستعرضة

(8) أى الموجات التالية تصف أمواج الضوء ....

أ) أمواج طولية تحتاج إلى وسط مادي تنتشر فيه. ب) أمواج مستعرضة تحتاج إلى وسط مادي تنتشر فيه.

ج) طولية لا تحتاج إلى وسط مادي تنتشر فيه. د) أمواج مستعرضة لا تحتاج إلى وسط مادي تنتشر فيه.

(9) تنتشر الموجات الميكانيكية فى الغازات على شكل موجات ....

أ) مستعرضة فقط ب) طولية فقط ج) طولية ومستعرضة

(10) عند انتشار موجات الضوء في الهواء فإن جزيئات الهواء ....

(أ) تهتز عمودياً على اتجاه انتشار الموجة (ب) تهتز فى اتجاه انتشار الموجة

(ج) تهتز عمودياً وفى اتجاه انتشار الموجة (د) لا تهتز

(11) إذا كانت المسافة بين نقطتين متتاليتين لهما نفس الطور في موجة ما تساوي 20 cm فإن طول هذه الموجة يساوي .....

(أ) 5 cm (ب) 10 cm (ج) 20 cm (د) 40 cm

(12) المسافة التي تنتقلها الموجة خلال زمن دوري واحد (T) تساوي ....

(أ) ربع طول موجي (ب) نصف طول موجي (ج) ضعف الطول الموجى (د) الطول الموجى.

(13) المسافة بين مركز تضاغط ومركز تخلخل تالي له 8 سم فإن الطول الموجى يساوى ....

(أ) 4 cm (ب) 8 cm (ج) 16 cm (د) 32 cm

(14) يطلق على نصف المسافة الرأسية بين القمة والقاع لموجة مستعرضة ....

(أ) التردد (ب) الطول الموجى (ج) الازاحة (د) سعة الاهتزازة

(15) المسافة الأفقية بين قمة وقاع تالي لها 10 سم فإن الطول الموجى يساوى .... سم .

(أ) 5 cm (ب) 10 cm (ج) 20 cm (د) 40 cm

(16) إذا كانت المسافة بين القمة الأولى والخامسة لموجة مستعرضة 24 سم يكون طولها الموجي......................

(أ) 6 cm (ب) 12 cm (ج) 4 cm (د) 14 cm

(17) التمثيل الاتجاهي للموجة الطولية بين اتجاه انتشار الموجة (A) واهتزاز جزيئات الوسط (B) ....

(18) المنحنى OPQRS يمثل موجة ترددها 50 هرتز، تكون الفترة الزمنية بين النقطتين P , O على الشكل هي.

(أ) $\frac{2}{25}$ s (ب) $\frac{1}{25}$ s (ج) $\frac{1}{50}$ s (د) $\frac{1}{200}$ s

(19) يمثل الشكل أمواجاً طولية منتشرة في ملف زنبركي من الطرف O إلى الطرف Z طول هذه الموجة هو المسافة......

(أ) 2 O Z (ب) 0 Z (ج) 2 P Q (د) P Q

(20) يوضح الشكل المقابل جانباً من حركة موجية بنفس مقياس الرسم تكون

1- سعة هذه الموجة هي..........

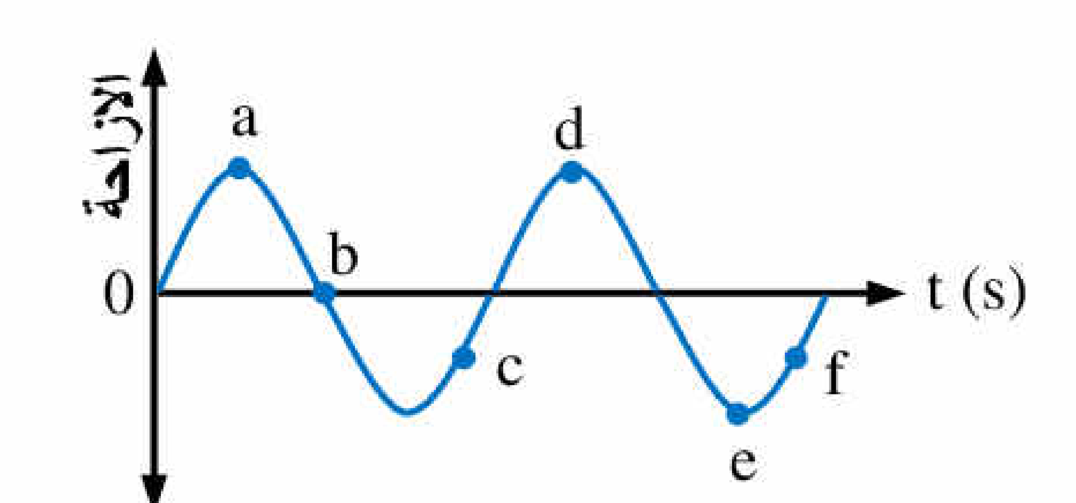
Ⓐ 2 cm　Ⓑ 3 cm　Ⓒ 4 cm　Ⓓ 6 cm

2- تردد الموجة هو...........

Ⓐ 100 Hz　Ⓑ 125 Hz　Ⓒ 250 Hz　Ⓓ 50 Hz

(21) إذا كانت المسافة الأفقية بين القاع الأول والقمة الثالثة في موجة مستعرضة تساوي 15 cm يكون طول الموجة ...

Ⓐ 5cm　Ⓑ 10 cm　Ⓒ 15 cm　Ⓓ 22.5 cm



(22) الشكل المقابل يوضح العلاقة بين الازاحة والزمن بموجة مستعرضة ، اختر من الجدول التالي النقاط التي يكون فرق الطور بينها ....

	90°	180°	270°	360°
Ⓐ	ab	ad	ae	df
Ⓑ	ef	cd	ad	de
Ⓒ	ab	de	bd	ad
Ⓓ	dc	ab	ad	dc

(23) يمكن تعيين سرعة انتشار الموجة من العلاقة......................

Ⓐ $\lambda = \frac{V}{\upsilon}$　Ⓑ $\lambda = V \cdot \upsilon$　Ⓒ $\upsilon = \frac{\lambda}{V}$　Ⓓ $\upsilon = v . \lambda$

(24) الموجات الكهرومغناطيسية هي موجات...........................

Ⓐ طولية سرعتها متغيرة　Ⓑ مستعرضة سرعتها ثابتة　Ⓒ منها طولية ومنها مستعرضة سرعتها ثابتة

(25) حاصل ضرب سرعة الموجة في زمنها الدوري يساوي........................

Ⓐ التردد　Ⓑ الطول الموجي　Ⓒ السرعة　Ⓓ سعة الموجة

(26) إذا كانت المسافة التي يشغلها تضاغط موجة صوت ترددها 800 Hz هي 20 سم تكون سرعة الصوت...........

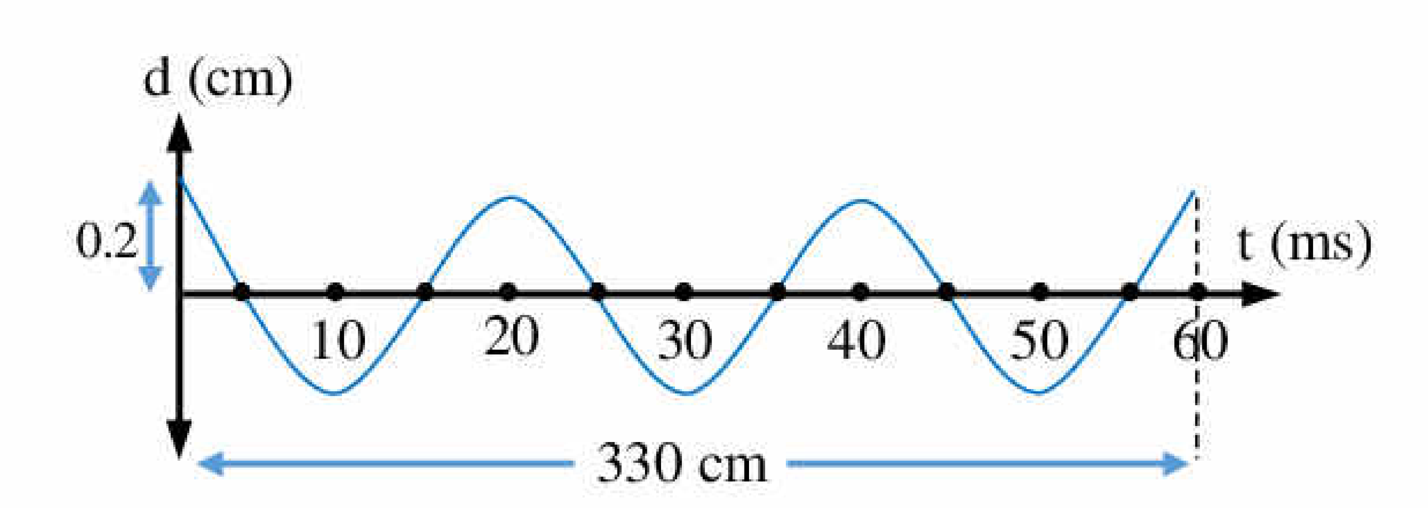
Ⓐ 40 m/s　Ⓑ 340 m/s　Ⓒ 320 m/s　Ⓓ 20 m/s

(27) عندما يقل تردد حركة موجية فى وسط ....

Ⓐ يزداد طولها الموجى　Ⓑ يقل طولها الموجى

Ⓒ تقل سرعتها　Ⓓ تزداد سرعتها، يقل طولها الموجى وتزداد سرعتها

(28) من الشكل البياني العلاقة بين الإزاحة (cm) والزمن (ms) لحركة موجية ، أي صف من صفوف الجدول التالي يعبر عن الموجة



	سعة الاهتزازة	تردد الموجة	سرعة الموجة
Ⓐ	0.1 cm	100 Hz	73.3 m/s
Ⓑ	0.2 cm	50 Hz	55 m/s
Ⓒ	0.4 cm	25 Hz	20 m/s
Ⓓ	0.2 cm	200 Hz	55 m/s

(29) إذا زاد الطول الموجي لموجة تنتشر في وسط للضعف فإن ....

Ⓐ التردد يزداد للضعف
Ⓑ السرعة تزداد للضعف
Ⓒ السرعة تظل ثابتة
Ⓓ الزمن الدوري يزداد للضعف

(30) استغرقت أقصى إزاحة لموجة 0.002 ثانية ، طولها الموجي 40 سم فإن سرعتها .... م/ث

Ⓐ 250
Ⓑ 125
Ⓒ 50

(31) جعلت ساق تهتز 4 مرات في الثانية بدلاً من 2 في نفس الوسط. يؤدى هذا إلى أن تغير الموجات ....

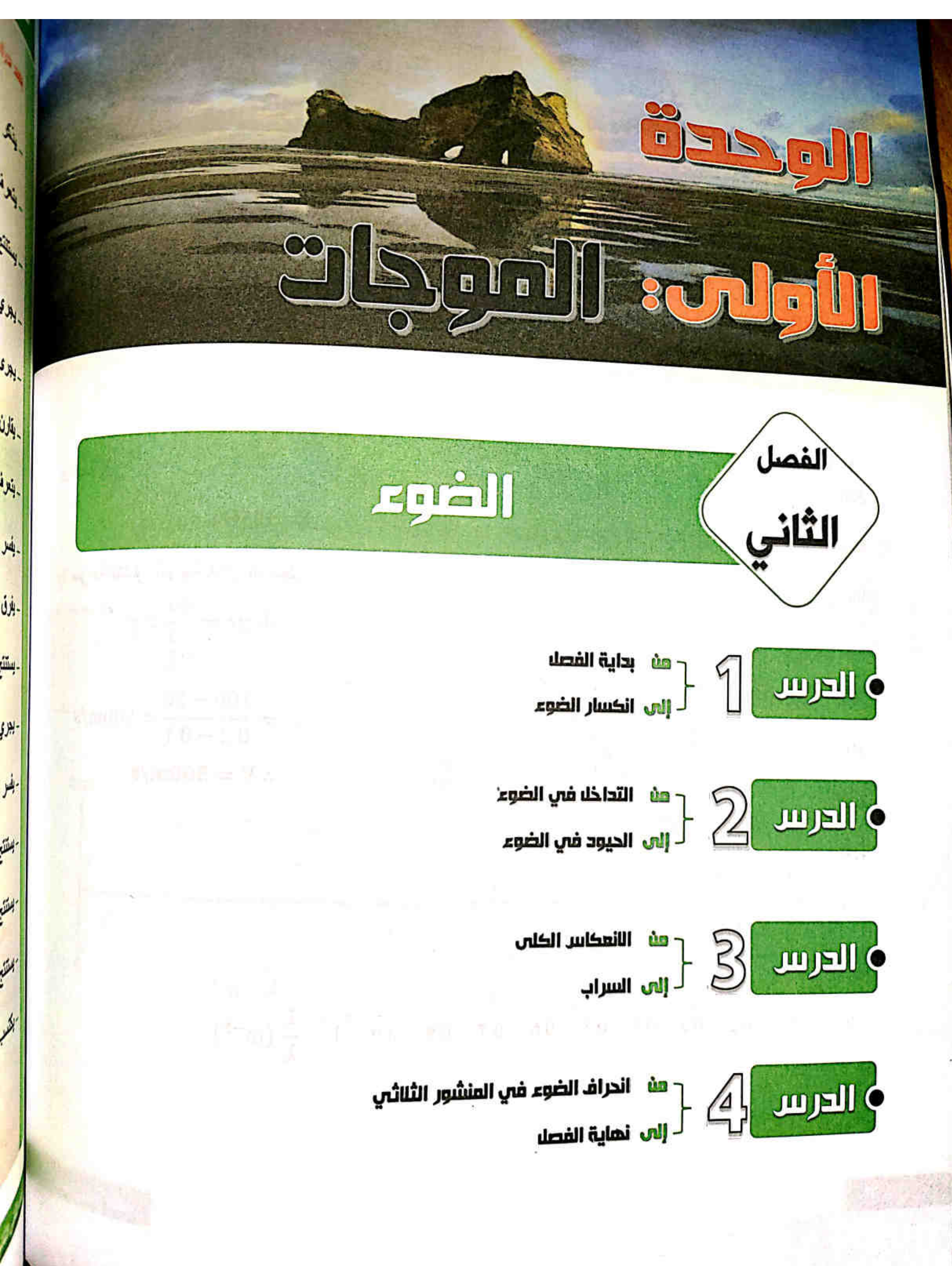
Ⓐ ترددها فقط
Ⓑ ترددها وطولها الموجي
Ⓒ سرعتها وترددها
Ⓓ سرعتها وطولها الموجي

(32) الشكل المقابل يوضح العلاقة البيانية بين الإزاحة والزمن لموجتين مختلفتين تنتشران في نفس الوسط ، فأي الخيارات التالية يعبر عن العلاقة بين .... (علماً بأن كل صف يمثل اختيار)

	التردد (υ)	سرعة الانتشار (V)
Ⓐ	$\upsilon_A = \upsilon_B$	$V_A = 2V_B$
Ⓑ	$\upsilon_A = \frac{1}{2}\upsilon_B$	$V_A = \frac{1}{2}V_B$
Ⓒ	$\upsilon_A = 2\upsilon_B$	$V_A = V_B$
Ⓓ	$\upsilon_A = 4\upsilon_B$	$V_B = V_A$

(33) ميل الخط المستقيم بين السرعة والطول الموجى ....

Ⓐ مقلوب التردد
Ⓑ الزمن الدورى
Ⓒ مقلوب الزمن الدوري
Ⓓ السعة



الوحدة الأولى: الموجات

الفصل الثاني

الضوء

الدرس 1
من بداية الفصل
إلى انكسار الضوء

الدرس 2
من التداخل في الضوء
إلى الحيود في الضوء

الدرس 3
من الانعكاس الكلي
إلى السراب

الدرس 4
من انحراف الضوء في المنشور الثلاثي
إلى نهاية الفصل

الدرس 1

من: بداية الفصل
إلى: انكسار الضوء

الضوء

مقدمة

- الضوء أحد صور الطاقة التي لا يستغنى عنها الإنسان ، فالشمس هي أهم المصادر الطبيعية للطاقة ، حيث معظم طاقة الشمس عبارة عن ضوء وحرارة .
- الضوء صورة من صور الطاقة وهو هام لحياة الإنسان لأنه ضروري لرؤية الأجسام حولنا.
- الضوء ضروري لقيام النباتات بعملية البناء الضوئي التي يكون بها ما يتغذى عليه الإنسان والحيوان.

إمسح

طبيعة الضوء

- الضوء جزء من مدى واسع من طيف الأمواج الكهرومغناطيسية .
- الضوء من الأمواج الكهرومغناطيسية أي له الخصائص العامة للأمواج .
- الضوء لا يحتاج إلى وسط مادي للانتشار فيه مثل الصوت .



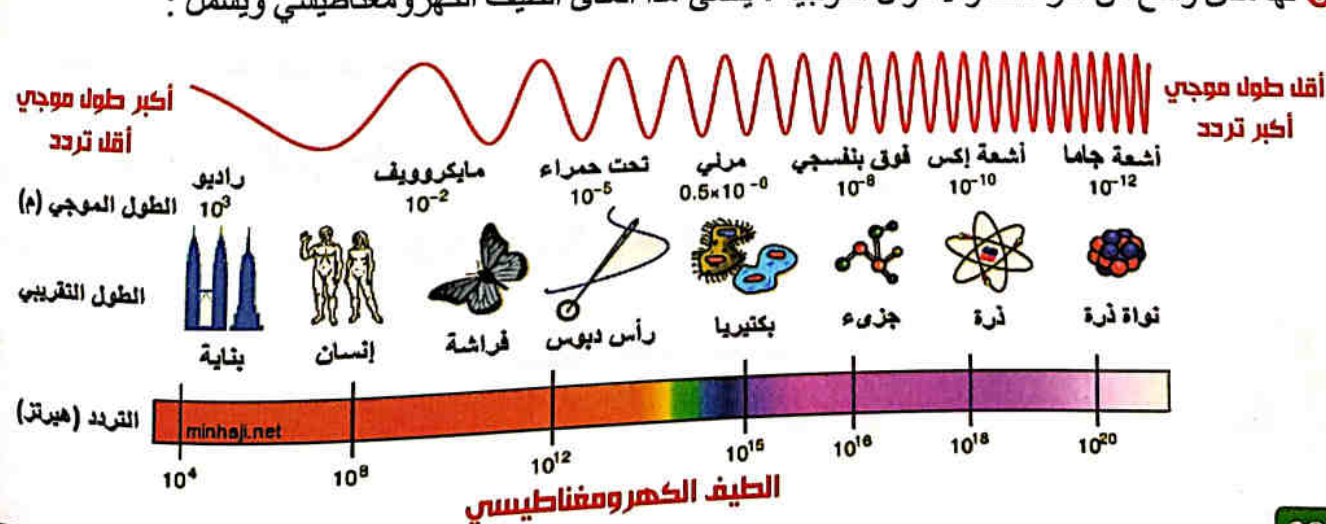
هي موجات مستعرضة تتكون من مجالات كهربية ومجالات مغناطيسية مهتزة بتردد معين ومتفقة في الطور ومتعامدة بعضها على بعض ومتعامدة على اتجاه إنتشارها.

مجال كهربي
مجال مغناطيسي
اتجاه الانتشار

خواص الأمواج الكهرومغناطيسية

إمسح

1. تنتشر جميعها بسرعة ثابتة في الفراغ أو الهواء تساوي 3×10^8 m/s .
2. أمواج مستعرضة لأن كلا المجالين الكهربي والمغناطيسي عمودي على اتجاه انتشار الموجة.
3. تختلف عن بعضها في الخواص الفيزيائية نظراً لاختلاف التردد والطول الموجي.
4. لها خواص الإنعكاس والانكسار والحيود والتداخل.
5. لها القدرة على النفاذ والاختراق خلال المواد حيث تزداد قدرتها بزيادة طاقتها نتيجة زيادة ترددها.
6. لها مدى واسع من الترددات والأطوال الموجية ، يسمى هذا المدى الطيف الكهرومغناطيسي ويشمل :





الطيف الكهرومغناطيسي

هو ترتيب الموجات الكهرومغناطيسية أو توزيعها حسب الطول الموجي أو التردد.

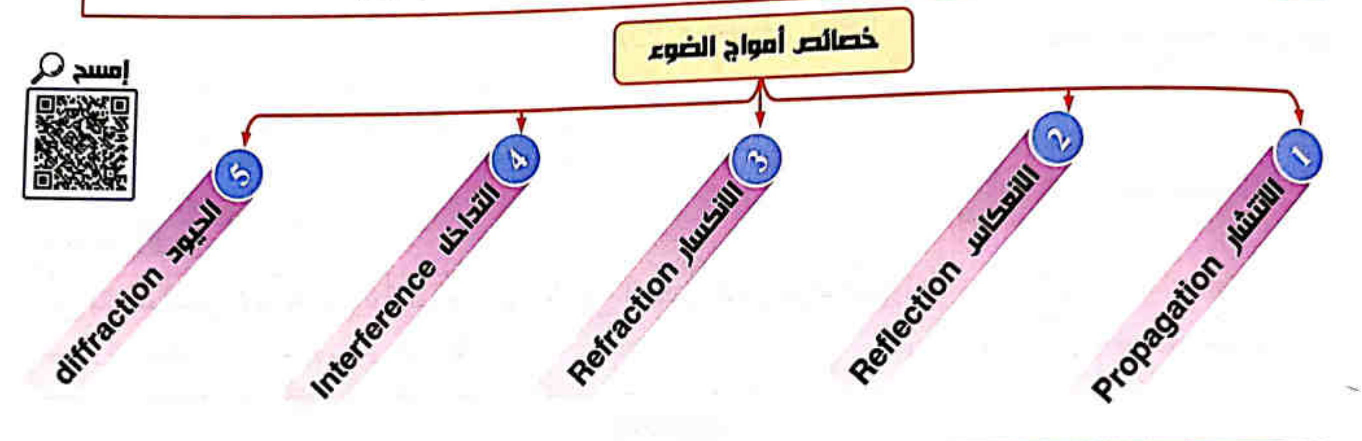
إمسح

خلي بالك

❶ **الضوء له طبيعة موجية (أو الضوء حركة موجية). علل ...؟** لأنه يخضع لظواهر الانعكاس والانكسار والتداخل والحيود.

❷ **أشعة جاما لها قدرة على النفاذ أكبر من الأشعة تحت الحمرا علل ...؟** لأن تردد أشعة جاما أكبر من تردد الأشعة تحت الحمراء فتزداد طاقتها وبالتالي تزداد قدرتها على النفاذ أكثر من الأشعة تحت الحمراء.

إمسح



1 الانتشار Propagation

- ينتشر الضوء في الوسط الواحد (المتجانس) في جميع الاتجاهات في خطوط مستقيمة ما لم يصادفه وسط عائق فإذا صادفه وسط عائق فإنه يعاني انعكاس أو انكسار أو امتصاص بنسب مختلفة حسب طبيعة الوسط العائق.

2 الانعكاس Reflection

- عند سقوط شعاع ضوئي على سطح فاصل بين وسطين مختلفين في الكثافة الضوئية فإن جزء من الضوء ينعكس والجزء الأخر ينكسر مع إهمال الجزء الممتص.

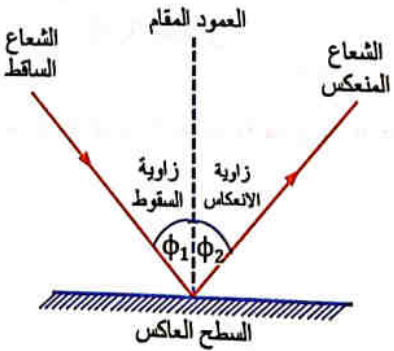
إمسح

• **انعكاس الضوء**

ارتداد الأشعة الضوئية في نفس الوسط عندما تقابل سطحا عاكساً.

زاوية السقوط

الزاوية المحصورة بين الشعاع الساقط والعمود المقام عند نقطة السقوط على السطح العاكس أو الفاصل.



زاوية الانعكاس

الزاوية المحصورة بين الشعاع المنعكس والعمود المقام عند نقطة السقوط على السطح العاكس.

قانونا الانعكاس في الضوء

القانون الأول: زاوية السقوط = زاوية الإنعكاس

القانون الثاني: الشعاع الضوئي الساقط والشعاع الضوئي المنعكس والعمود المقام من نقطة السقوط على السطح العاكس تقع جميعها في مستوى واحد عمودي على السطح العاكس.

العمود المقام
السطح العاكس

ملاحظة ... !!

إذا كان اتجاه سقوط الشعاع عمودياً على السطح العاكس (زاوية السقوط = صفر) فإن الشعاع ينعكس على نفسه (زاوية الانعكاس = صفر) **علل ...؟**
لان زاوية السقوط = صفر ، لذلك زاوية الانعكاس = صفر.

مثال 1

تتبع بالرسم مسار الأشعة الضوئية الساقطة على السطح العاكس التالي مع توضيح قيم زوايا السقوط والانعكاس على الرسم؟

ص
150°
70°
س



الإجابة

زاوية انعكاس الشعاع عن المرآة ص = 50°

40°
50°
50°
40°
ص
60° 60°
30°
110°
70°
س

خلي بالك



❶ **يسهل رؤية صورتك المنعكسة على زجاج نافذة حجرة مضيئة ليلا عندما يكون خارج الحجرة ظلام شديد، في حين يصعب تحقيق ذلك نهارا. علل ..؟**
لأنه عندما يكون خارج الغرفة إظلام تام تكون شدة الضوء النافذ من الخارج إلى داخل الغرفة منعدمة لذلك يرى الشخص صورته بفعل الجزء القليل المنعكس من الضوء داخل الغرفة على الزجاج، أما في حالة ما يكون خارج الغرفة ضوء فإن شدة الضوء النافذ من الخارج إلى الداخل تكون أكبر من شدة الضوء المنعكس من داخل الغرفة لذلك يصعب رؤية الشخص لصورته بالانعكاس.

فكر وجاوب

اختر:
الشعاع الضوئي المنعكس للشعاع الساقط هو ....

(أ) A (ب) B (جـ) C (د) D

السطح العاكس
30°
10°
20°
D
10°
20°
C
B
A
الشعاع الساقط
العمود المقام



3 الانكسار Refraction

إنكسار الضوء

انحراف مسار الضوء نتيجة مروره بين وسطين شفافين مختلفين في الكثافة الضوئية.



الكثافة الضوئية لوسط

قدرة الوسط على كسر الأشعة الضوئية عند نفاذها فيه.

الشعاع الساقط
العمود المقام
الشعاع المنعكس
الوسط الاول (هواء)
الوسط الثاني (زجاج)
ϕ ϕ θ
الشعاع المنكسر

قانونا الانكسار في الضوء

القانون الأول: النسبة بين جيب زاوية السقوط في الوسط الأول إلى جيب زاوية الانكسار في الوسط الثاني كالنسبة بين سرعة الضوء في الوسط الأول إلى سرعة الضوء في الوسط الثاني.

– وتكون هذه النسبة ثابتة بين الوسطين ويطلق عليها اسم **معامل الانكسار النسبي** من الوسط الأول إلى الوسط الثاني .

– ويرمز له بالرمز ($_1n_2$) أي أن:

$$\frac{\sin\phi}{\sin\theta} = \frac{V_1}{V_2} = {}_1n_2$$

القانون الثاني: الشعاع الضوئي الساقط والشعاع الضوئي المنكسر والعمود المقام من نقطة السقوط على السطح الفاصل تقع جميعها في مستوى واحد عمودي على السطح الفاصل.

ملاحظة ... !!

إذا سقط شعاع ضوئي عموديا على سطح فاصل فإنه ينفذ دون أن يعاني أي انكسار، حيث يظل التردد ثابت لكن تتغير سرعة الضوء والطول الموجي

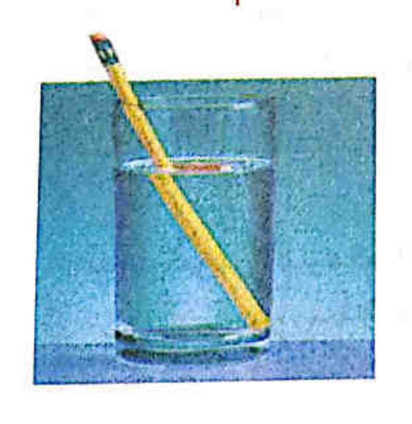


شرط انكسار الضوء :

– سقوط شعاع ضوئي مائل على سطح فاصل بين وسطين مختلفين في الكثافة الضوئية.



خلي بالك

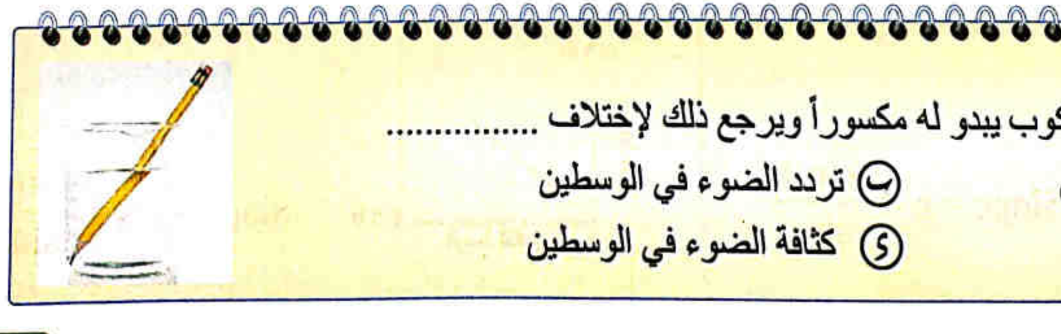


نرى القلم كما لو كان مكسوراً ؟

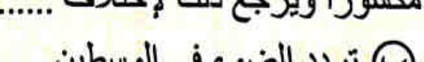
لأن أشعة الضوء المنعكس من جزء القلم الموجود فوق سطح الماء لا يحدث لها انكسار، بينما الأشعة المنعكسة من جزء القلم الموجود تحت سطح الماء يحدث لها انكسار، لأنها انتقلت من الماء الى الهواء (وسطين شفافين مختلفين في الكثافة الضوئية)



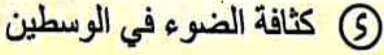
فكر وجاوب



اختر:



لاحظ طالب أن القلم الذي في الكوب يبدو له مكسوراً ويرجع ذلك لإختلاف ....



(أ) سرعة الضوء في الوسطين
(ب) تردد الضوء في الوسطين
(جـ) شدة الضوء في الوسطين
(د) كثافة الضوء في الوسطين

معاملات الانكسار (النسبي – المطلق)

1 معامل الانكسار النسبي ($_1n_2$)

التعريف

معامل الانكسار النسبي ($_1n_2$)

هو النسبة بين جيب زاوية السقوط في الوسط الأول (السقوط) إلى جيب زاوية الانكسار في الوسط الثاني.
أو هو النسبة بين سرعة الضوء في الوسط الأول إلى سرعته في الوسط الثاني (الانكسار).

القانون

$$_1n_2 = \frac{\sin\phi}{\sin\theta} = \frac{V_1}{V_2}$$

الانكسار

الشعاع الساقط – العمود المقام – الوسط الاول (ماء) – الوسط الثاني (زجاج) – ϕ – θ – V_1 – V_2 – الشعاع المنكسر

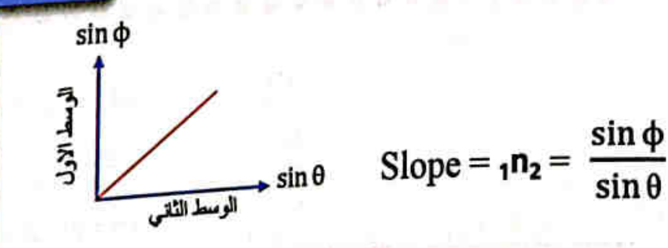
ما معنى أن ... ؟!

معامل الانكسار النسبي بين وسطين = 0.8
معنى ذلك أن النسبة بين سرعة الضوء في الوسط الأول إلى سرعته في الوسط الثاني = 0.8

العوامل

1. الطول الموجي للضوء الساقط.
2. سرعة الضوء في وسط السقوط.
3. سرعة الضوء في وسط الانكسار.

العلاقة البيانية



$$\text{Slope} = {_1n_2} = \frac{\sin\phi}{\sin\theta}$$

2 معامل الانكسار المطلق (n)

التعريف

معامل الانكسار المطلق (n)

هو النسبة بين جيب زاوية السقوط في الفراغ أو الهواء إلى جيب زاوية الانكسار في الوسط. أو
هو النسبة بين سرعة الضوء في الهواء أو الفراغ إلى سرعة الضوء في الوسط.

القانون

$$n = \frac{\sin\phi}{\sin\theta} = \frac{C}{V}$$

الانكسار

الشعاع الساقط – العمود المقام – الوسط الاول (هواء) – الوسط الثاني (زجاج) – ϕ – θ – C – V – الشعاع المنكسر

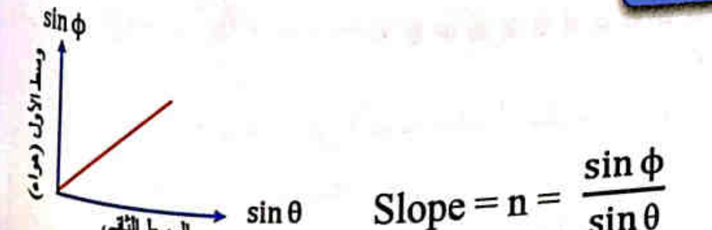
ما معنى أن ... ؟!

معامل الانكسار المطلق للزجاج = 1.5
معنى ذلك أن النسبة بين سرعة الضوء في الهواء أو الفراغ إلى سرعة الضوء في الزجاج = 1.5

العوامل

1. الطول الموجي للضوء الساقط.
2. سرعة الضوء في هذا الوسط.

العلاقة البيانية



$$\text{Slope} = n = \frac{\sin\phi}{\sin\theta}$$



خلي بالك

❶ **معامل الانكسار النسبي بين وسطين يمكن أن يكون أكبر من الواحد الصحيح أو أقل من الواحد الصحيح.** علل ..؟

لأن معامل الانكسار النسبي يساوي $_1n_2 = \frac{V_1}{V_2}$ فعندما تكون سرعة الضوء في الوسط الأول V_1 أكبر من سرعة الضوء في الوسط الثاني V_2 يكون معامل الانكسار النسبي أكبر من الواحد الصحيح، بينما عندما تكون سرعة الضوء في الوسط الأول V_1 أصغر من سرعة الضوء في الوسط الثاني V_2 يكون معامل الانكسار النسبي أقل من الواحد الصحيح.

❷ **معامل الانكسار النسبي بين وسطين والمطلق ليس له وحدة تمييز.** علل ..؟

لأنه نسبة بين كميتين متماثلتين.

❸ **معامل الانكسار المطلق لوسط دائما أكبر من الواحد الصحيح.** علل ..؟

لأنه يتعين من العلاقة: $n = \frac{C}{V}$ وسرعة الضوء في الفراغ C دائما أكبر من سرعة الضوء في الوسط V لذلك يكون معامل الانكسار المطلق دائما أكبر من الواحد الصحيح.

❹ **معامل الانكسار المطلق للهواء يساوي الواحد الصحيح.** علل ..؟

لأن معامل الانكسار المطلق لوسط هو النسبة بين سرعة الضوء في الهواء إلى سرعة الضوء في الوسط، وعندما يكون الوسط هو الهواء فتكون سرعة الضوء متساوية في البسط والمقام وبالتالي يكون : $(n = 1)$

تذكر أن

ينكسر الشعاع الضوئي مقترباً من العمود المقام.

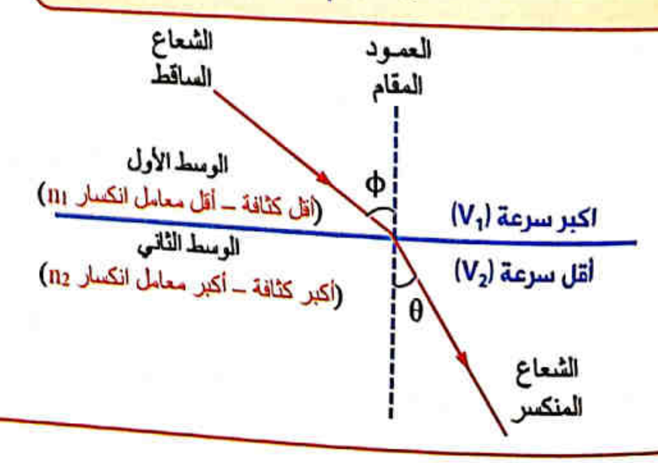
عندما: ينتقل الشعاع من وسط **أقل كثافة** ضوئية **(أكبر سرعة)** إلى وسط **أكبر كثافة** ضوئية **(أقل سرعة)**.

$$\because V \propto \frac{1}{n} \propto \frac{1}{\text{الكثافة الضوئية}}$$

$$\because \frac{\sin\phi}{\sin\theta} = \frac{V_1}{V_2}$$

$$\because V_1 > V_2$$

$$\therefore \phi > \theta$$



ينكسر الشعاع الضوئي مبتعداً عن العمود المقام.

عندما: ينتقل الشعاع من وسط **أكبر كثافة** ضوئية **(أقل سرعة)** إلى وسط **أقل كثافة** ضوئية **(أكبر سرعة)**.

$$\because V \propto \frac{1}{n} \propto \frac{1}{\text{الكثافة الضوئية}}$$

$$\because \frac{\sin\phi}{\sin\theta} = \frac{V_1}{V_2}$$

$$\because V_2 > V_1$$

$$\therefore \theta > \phi$$

الشعاع الساقط
العمود المقام
الوسط الأول
(أكبر كثافة – أكبر معامل انكسار n1)
الوسط الثاني
(أقل كثافة – أقل معامل انكسار n2)
أقل سرعة (V1)
أكبر سرعة (V2)
ϕ
θ
الشعاع المنكسر

V
n

ملاحظة ... !!

سرعة الضوء في وسط تتناسب عكسياً مع معامل الانكسار المطلق للوسط $(V \propto \frac{1}{n})$

العلاقة بين معامل الانكسار النسبي بين وسطين والمطلق لكل منهما.

– نفرض وسطين شفافين معامل الانكسار المطلق للوسط الأول (n_1) وسرعة الضوء فيه (v_1) , ومعامل الانكسار المطلق للوسط الثاني (n_2) وسرعة الضوء فيه (v_2) .

$$\because n_1 = \frac{C}{V_1} \Rightarrow V_1 = \frac{C}{n_1} \rightarrow (1)$$

$$\because n_2 = \frac{C}{V_2} \Rightarrow V_2 = \frac{C}{n_2} \rightarrow (2)$$

بقسمة (1) على (2):

$$\therefore \frac{V_1}{V_2} = \frac{n_2}{n_1}$$

$$\therefore {}_1n_2 = \frac{n_2}{n_1}$$

معامل الانكسار النسبى بين وسطين $({}_1n_2)$

النسبة بين معامل الانكسار المطلق للوسط الثاني (الانكسار) ومعامل الانكسار المطلق للوسط الأول (السقوط).

استنتاج قانون سـنل

$$\because {}_1n_2 = \frac{n_2}{n_1}$$

ولكن

$$\because {}_1n_2 = \frac{\sin\phi}{\sin\theta}$$

$$\therefore \frac{\sin\phi}{\sin\theta} = \frac{n_2}{n_1}$$

$$\therefore n_1 \sin\phi = n_2 \sin\theta$$

قانون سنل

حاصل ضرب معامل الانكسار المطلق لوسط السقوط في جيب زاوية السقوط يساوى حاصل ضرب معامل الانكسار المطلق لوسط الانكسار في جيب زاوية الانكسار.

ملاحظة ... !!

1) **معامل الانكسار النسبي من الوسط 1 إلى الوسط 2 = مقلوب معامل الانكسار النسبي من الوسط 2 إلى الوسط 1**

$$\therefore {}_1n_2 \times {}_2n_1 = 1 \rightarrow {}_1n_2 = \frac{1}{{}_2n_1}$$

2) **يمكن استخدام الانكسار في تحليل وتشتيت حزمة من الضوء الأبيض إلى مكوناته (ألوان الطيف السبعة) وسبب ذلك:** أن الوان الطيف السبعة تختلف عن بعضها في الطول الموجي مما يؤدي إلى اختلاف معامل الانكسار المطلق، ويمكن ملاحظة ذلك عند سقوط الضوء الأبيض على فقاعة صابون فإنها تظهر كأنها ملونة.

3) **ترتيب الوان الطيف حسب الطول الموجي من الأكبر إلى الأصغر.**

(أحمر - برتقالي - أصفر - أخضر - أزرق - نيلي - بنفسجي)

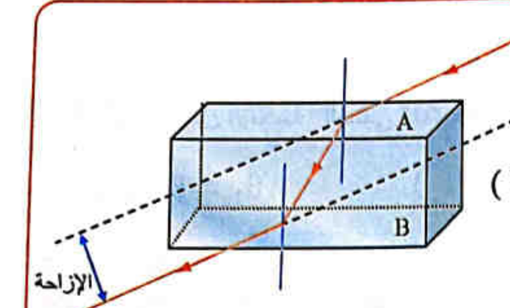
$C = \lambda \nu$

خلي بالك

الشعاع الساقط عموديا على السطح الفاصل ينفذ دون أن يعاني أي انكسار. علل ...؟
لأنه تبعا لقانون سنل ($n_1 \sin\phi = n_2 \sin\theta$) ، عند سقوط شعاع عموديا على السطح الفاصل تكون ($\phi = 0$) فإن ($n_2 \sin\theta = 0$) وبالتالي زاوية الانكسار ($\theta = 0$).

تطبيق

① **وضح مسار شعاع ضوئي خلال متوازي مستطيلات من الزجاج:**

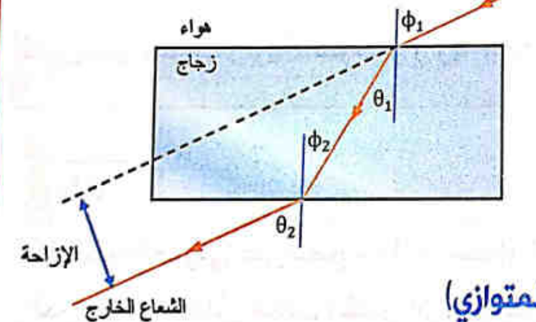


أولاً : على الوجه (A) : عند سقوط شعاع ضوئي من الهواء حيث السرعة (V_1) إلى متوازي المستطيلات حيث سرعة الضوء في الزجاج (V_2) , طبقاً للعلاقة: $\frac{\sin\phi_{\text{هواء}}}{\sin\theta_{\text{زجاج}}} = \frac{V_{1\,\text{في الهواء}}}{V_{2\,\text{في الزجاج}}}$ فإن :

سرعة الضوء في الهواء (V_1) > سرعته في أي وسط آخر (الزجاج) (V_2).

وبالتالي تكون: $\sin\phi_1 > \sin\theta_1$ فتكون $\phi_1 > \theta_1$ فينكسر الشعاع مقترباً من العمود .

ثانياً : على الوجه (B) : عند خروج الشعاع من المتوازي (الزجاج) إلى الهواء تزداد سرعته فيخرج منكسراً مبتعداً عن العمود أي $\theta_2 > \phi_2$



ملاحظات :

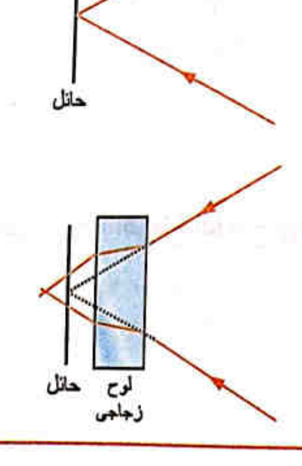
❶ زاوية السقوط (ϕ_1) = زاوية الخروج (θ_2) .

❷ زاوية الانكسار الأولى (θ_1) = زاوية السقوط الثاني (ϕ_2) .

❸ الشعاع الخارج **يوازي** الشعاع الساقط .

(ولكن الشعاع الخارج يزاح عن موضعه بمسافة تتوقف على سمك المتوازي)

② **سقط شعاعان ضوئيان بحيث يلتقيان في نقطة على حائل رأسي وضع لوح زجاجي رأسي مواز للحائل يعترض مسار الشعاعين هل يظل موضع نقطة تقابل الشعاعين على الحائل كما هي أم لا ؟ مع التعليل؟**

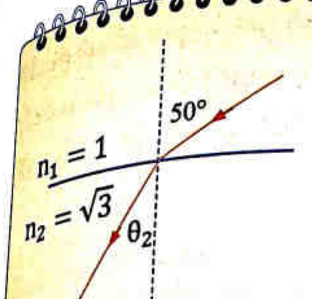


جـ : يعمل اللوح الزجاجي الرأسي عمل متوازي المستطيلات , حيث يسبب إزاحة في مسار الشعاعين الساقطين عليه بعد نفاذهما منه وبذلك يزداد طول المسار وتزاح نقطة تقابل الشعاعين لتصبح خلف الحائل وعلى بعد منه مساوياً لمقدار هذه الإزاحة.

فكر وجاوب

اختر:
يبين الشكل انكسار شعاع ضوئي بين وسطين

$n_1 = 1$ ، 60° ، $n_2 = \sqrt{3}$ ، θ_1



إذا كان معامل الانكسار النسبي ثابت للوسطين فإن ....

Ⓐ $\theta_1 = \theta_2$ Ⓑ $\theta_2 = 30^\circ$ Ⓒ $\theta_1 < \theta_2$ Ⓓ $\theta_1 > \theta_2$

ملاحظات لحل المسائل (1)

❶ زاوية السقوط = زاوية الإنعكاس

❷ لحساب معامل الانكسار المطلق

$$n = \frac{\sin\phi}{\sin\theta} = \frac{C}{V}$$

❸ لحساب معامل الانكسار النسبى

$$_1n_2 = \frac{\sin\phi}{\sin\theta} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{1}{_2n_1}$$

قانون سنل لحساب زاوية السقوط أو زاوية الانكسار بدلالة معامل الانكسار للوسطين $n_1 \sin\phi = n_2 \sin\theta$

مثال 1

سقط شعاع ضوئي على سطح متوازي مستطيلات زجاجي بزاوية سقوط 60° احسب كل من زاوية الانكسار وكذلك زاوية الخروج (علما بأن معامل انكسار الزجاج يساوي $\sqrt{3}$)

المعطيات

$\phi = 60^\circ$

$n = \sqrt{3}$

الإجابة

أولاً :

$$n = \frac{\sin\phi}{\sin\theta} \Rightarrow \sqrt{3} = \frac{\sin 60}{\sin\theta}$$

$$\sin\theta = \frac{\sin 60}{\sqrt{3}} = \frac{1}{2} \rightarrow \therefore \theta = \sin^{-1}\left[\frac{1}{2}\right] = 30^\circ$$

ثانياً : ∵ الشعاع الخارج **يوازي** الشعاع الساقط

∴ زاوية الخروج = زاوية السقوط = 60°





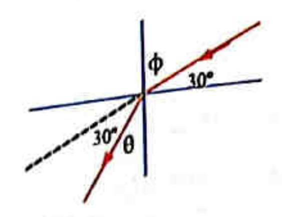
سقط شعاع ضوني على سطح سائل وكانت زاوية ميل الشعاع على سطح السائل 30° فانحرف الشعاع عن مساره بزاوية 30° احسب معامل انكسار السائل، وسرعة الضوء فيه إذا كانت سرعته في الهواء هى 3×10^8 m/s

المعطيات

$\phi = 90 - 30 = 60°$

$\theta = 60 - 30 = 30°$

$C = 3\times10^8$ m/s



الإجابة

$$\therefore n = \frac{\sin \phi}{\sin \theta} = \frac{\sin 60}{\sin 30} = \sqrt{3}$$

$$n = \frac{C}{V} \rightarrow \quad \therefore V = \frac{C}{n} = \frac{3\times10^8}{\sqrt{3}} = 1.732 \times 10^8 \text{ m/s}$$

مثال 3

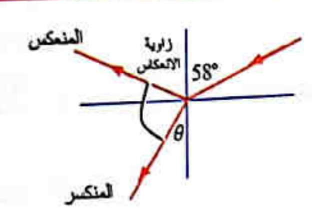
سقط شعاع ضوني بزاوية سقوط 58° على سطح لوح زجاجي معامل انكساره 1.6 , فانعكس جزء منه وانكسر جزء آخر , احسب الزاوية المحصورة بين الشعاعين المنعكس والمنكسر.

المعطيات

$\phi = 58°$

$n = 1.6$

الإجابة



أولاً : زاوية الانعكاس = زاوية السقوط = 58°

ثانياً : نوجد زاوية الانكسار (θ)

$$\sin \theta = \frac{\sin \phi}{n} = \frac{\sin 58}{1.6} = 0.53 \quad \rightarrow \quad \therefore \theta = 32°$$

∴ **الزاوية المحصورة بين الشعاعين المنعكس والمنكسر =**

= 180 − (زاوية الانعكاس + زاوية الانكسار) = 180 - (32 + 58) = 90°



إذا كان معامل الانكسار المطلق للماس = $\frac{5}{2}$ وللزجاج = $\frac{3}{2}$ أوجد:

❶ معامل الانكسار النسبي من الزجاج للماس. ❷ معامل الانكسار النسبي من الماس للزجاج. ❸ وماذا تستنتج ؟

المعطيات

$n_{\text{ماس}} = \frac{5}{2}$

$n_{\text{زجاج}} = \frac{3}{2}$

الإجابة

❶ معامل الانكسار النسبي من الزجاج للماس

$${}_1n_2 = \frac{n_2}{n_1} = \frac{5}{2} \times \frac{2}{3} = \frac{5}{3}$$

❷ معامل الانكسار النسبي من الماس للزجاج:

$${}_2n_1 = \frac{n_1}{n_2} = \frac{3}{2} \times \frac{2}{5} = \frac{3}{5}$$

❸ نستنتج مما سبق أن :

$${}_1n_2 = \frac{1}{{}_2n_1} \longrightarrow \quad \therefore {}_1n_2 \times {}_2n_1 = 1$$

مثال 5

متوازي مستطيلات من الزجاج معامل انكسار مادته $\sqrt{3}$ وضع فوق مرآة مستوية أفقية , سقط شعاع ضوئي على الوجه العلوي للمتوازي بحيث يميل عليه بزاوية 30° فانكسر داخل المتوازي ثم انعكس عن المرآة ثم خرج من نفس الوجه الذي سقط عليه وعلى بعد يساوى 2 cm من نقطة السقوط . احسب سمك المتوازي.

المعطيات

$\phi = 90 - 30 = 60°$

$n = \sqrt{3}$

الإجابة

$$\phi = 90 - 30 = 60°$$

$$\sin\theta = \frac{\sin\phi}{n} = \frac{\sin 60}{\sqrt{3}} = 0.5$$

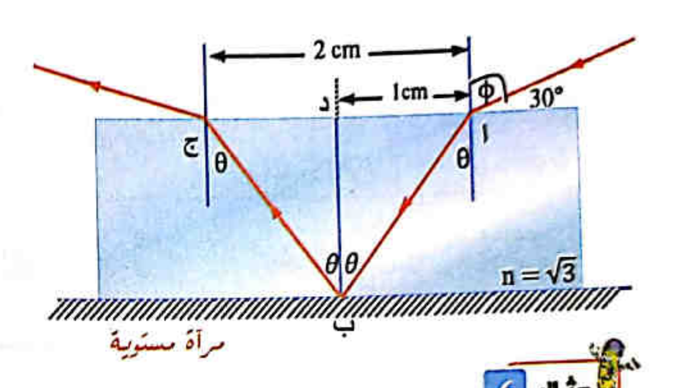
$$\theta = 30°$$

من هندسة الشكل: سمك المتوازي ب د

$$\tan\theta = \frac{\text{ا د}}{\text{ب د}}$$

$$\text{ب د} = \frac{\text{ا د}}{\tan\theta} = \frac{1}{\tan 30} = 1.732 \text{ cm}$$

$\therefore$ **سمك المتوازي = 1.732 سم**



مثال 6

حوض سباحة عمقه 6 m مملوء تماما بالماء ، وضع مصباح كهربي علي عمود ارتفاعه 9 m ويبعد عن حافة قاع الحوض مسافة 12 m ليضيء قاع الحوض، احسب طول الجزء المظلم من قاع الحوض (علما بأن معامل انكسار الماء $\frac{4}{3}$)

الإجابة

من الشكل يتضح أن:

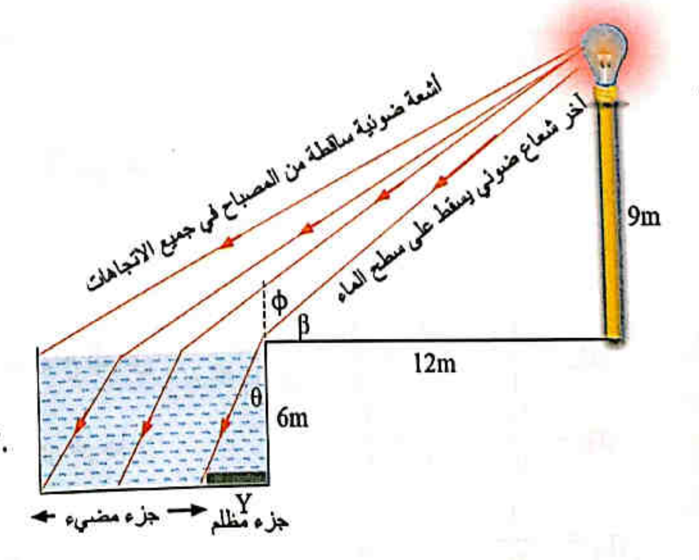
$$\because \tan\beta = \frac{9}{12} \quad \Rightarrow \quad \therefore \beta = 36.869°$$

$$\therefore \phi = 90 - 36.869 = 53.131°$$

$$\therefore n = \frac{\sin\phi}{\sin\theta} \Rightarrow \therefore \frac{4}{3} = \frac{\sin 53.131}{\sin\theta} \Rightarrow \therefore \theta = 36..87°$$

$$\tan 36.87 = \frac{Y}{6} \Rightarrow \therefore Y = 4.5\text{m}$$

$\therefore$ **طول الجزء الذى لا يصله ضوء المصباح = 4.5m**





مثال بياني

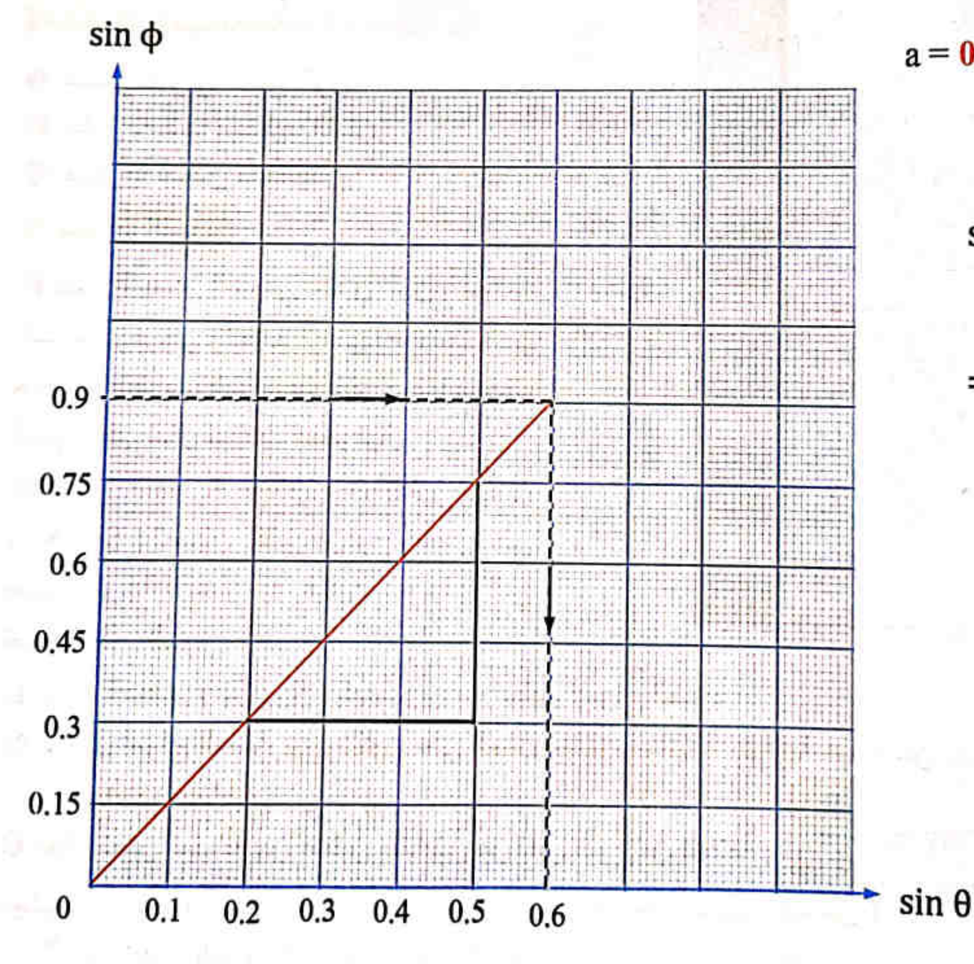
ـ الجدول التالي يوضح العلاقة بين جيب زاوية السقوط في الهواء (Sin ϕ) وجيب زاوية الانكسار في الزجاج (Sin θ) للأشعة الضوئية

sin ϕ	0	0.15	0.3	0.6	0.75	0.9
sin θ	0	0.1	0.2	0.4	0.5	a

ارسم علاقة بيانية بين (Sin ϕ) على المحور الراسي، (Sin θ) على المحور الأفقي ومن الرسم اوجد:

❶ قيمة a ❷ معامل الانكسار للزجاج .

الإجابة



❶ قيمة a

$a = 0.6$

❷ معامل الانكسار للزجاج.

$$\text{slope} = \frac{\Delta \sin \phi}{\Delta \sin \theta} = n$$

$$= \frac{(0.75 - 0.3)}{(0.5 - 0.2)} = 1.5$$

$$\therefore n = 1.5$$



الدرس 2

4 التداخل Interference

تداخل الضوء

هو ظاهرة تراكب موجات الضوء الصادرة من مصدرين مترابطين لهما نفس التردد والسعة والطور.

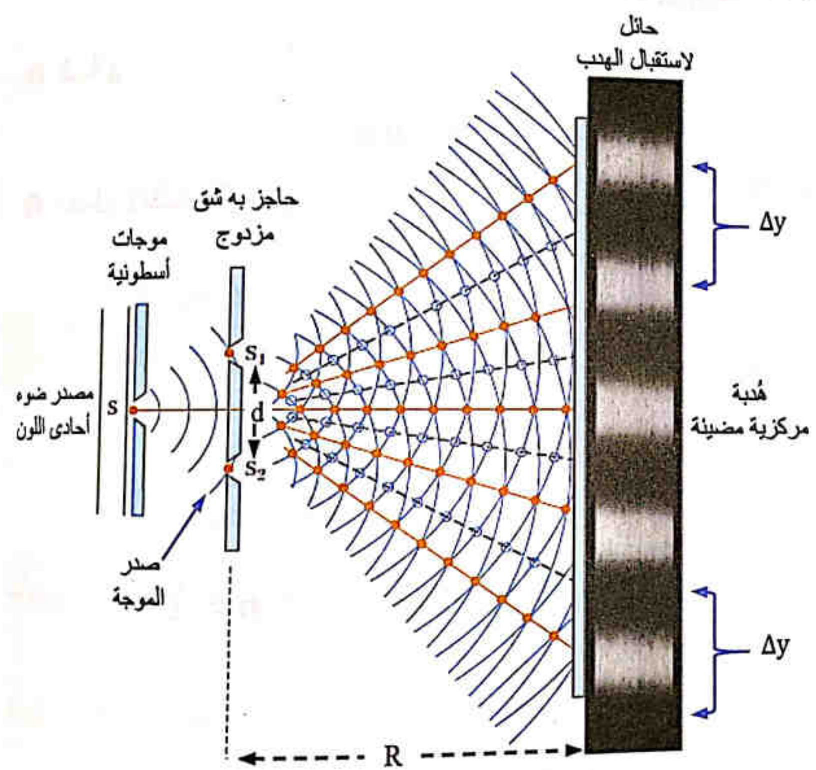
وينتج عن ذلك: ❶ وجود مناطق تقوية للضوء أي تكون شدة الإضاءة فيها عالية.
❷ وجود مناطق ضعف أو انعدام للضوء، أي تكون فيها شدة الإضاءة ضعيفة جداً.

إمسح

تجربة عملية: الشق المزدوج لتوماس يونج

الغرض منها : ❶ توضيح ظاهرة التداخل في الضوء. ❷ تعيين الطول الموجي لأي ضوء أحادى اللون

الجهاز المستخدم كما بالشكل:



◀ الأدوات المستخدمة:

❶ مصدر ضوئي أحادي اللون.
❷ حاجز به فتحة مستطيلة الشكل.
❸ حاجز به فتحتان مستطيلتان.

◀ خطوات التجربة:

❶ نضع المصدر الضوئي أحادي اللون (أمواجه ذات طول موجي واحد λ) على بعد مناسب من حاجز به فتحة مستطيلة ضيقة لتخرج منها موجات الضوء على شكل موجات اسطوانية.

❷ نضع حاجز به فتحتان مستطيلتان ضيقتان (S_2 , S_1) تعملان كشق مزدوج وتقعان على صدر الموجة الاسطوانية ,فيكون للموجات التي تصلهما نفس الطور.

❸ تعمل الفتحتان (S_2 , S_1) كمصدرين مترابطين لأمواج الضوء.

❹ تتداخل أمواج المصدرين وتتكون على الحائل مناطق مستقيمة متوازية عبارة عن مناطق مضيئة تتخللها مناطق مظلمة تسمى **هُدب التداخل**.

❺ يمكن تعيين المسافة بين هدبتين متتاليتين من نفس النوع من العلاقة :

$$\Delta y = \frac{\lambda R}{d}$$

حيث: Δy المسافة بين هدبتين متتاليتين من نفس النوع (مضيئتين أو مظلمتين).
λ الطول الموجي للضوء الأحادي المستخدم .
d المسافة بين الشقين (S_2 , S_1) .
R المسافة بين الشق المزدوج والحائل المعد لاستقبال الهدب .







ملاحظة ... !!

يجب أن تكون الفتحتين (S_2 , S_1) على بعد واحد من المصدر الضوئي S
حتى تصلهما الموجات الاسطوانية في لحظة واحدة فتعملان كمصدرين مترابطين للموجات.

المصادر الضوئية المترابطة

المصادر التي تكون أمواجها متساوية التردد والسعة ولها نفس الطور.

صدر الموجة

سطح عمودي على اتجاه انتشار الموجة وتكون جميع نقاطه لها نفس الطور.

هُدب التداخل

هي مناطق مضيئة تتخللها مناطق مظلمة تنتج عن تراكب موجات ضوئية صادرة من مصدرين مترابطين .

تنقسم هُدب التداخل الي قسمين :

1 هُدب مضيئة

كيف تنشأ

- **مناطق مضيئة** نتيجة تقابل قمة من S_1 مع قمة من S_2 أو قاع من S_1 مع قاع من S_2 ويكون فرق المسار بين الموجتين المتداخلين صفر أو λ أو 2λ أو...... $m\lambda$
ويسمى هذا التداخل **تداخل بناء.**

2 هُدب مظلمة

- **مناطق مظلمة** نتيجة تقابل قمة من S_1 مع قاع من S_2 أو قاع من S_1 مع قمة من S_2 ويكون فرق المسار بين الموجتين المتداخلين $\frac{1}{2}\lambda$ أو $\frac{3}{2}\lambda$ أو $\frac{5}{2}\lambda$.... $(m+\frac{1}{2})\lambda$
ويسمى هذا التداخل **تداخل هدام.**

حيث (m) رتبة الهُدبة وتساوى أي عدد صحيح (صفر أو 1 أو 2 أو 3 ....)

التداخل البناء

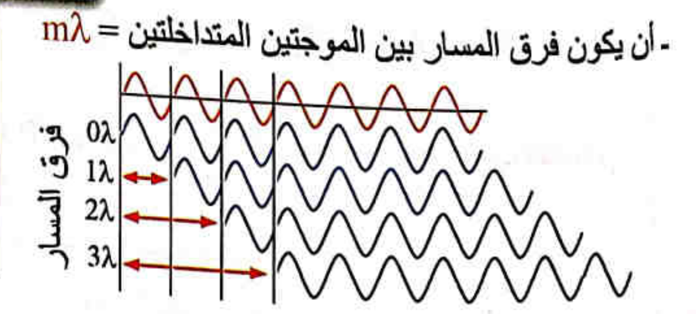
تداخل ينتج عنه تقوية في شدة الضوء في بعض المواضع (هُدبة مضيئة) نتيجة تقابل قمة من إحدى الموجتين مع قمة من الموجة الأخرى أو قاع من إحدى الموجتين مع قاع من الموجة الأخرى.

التداخل الهدام

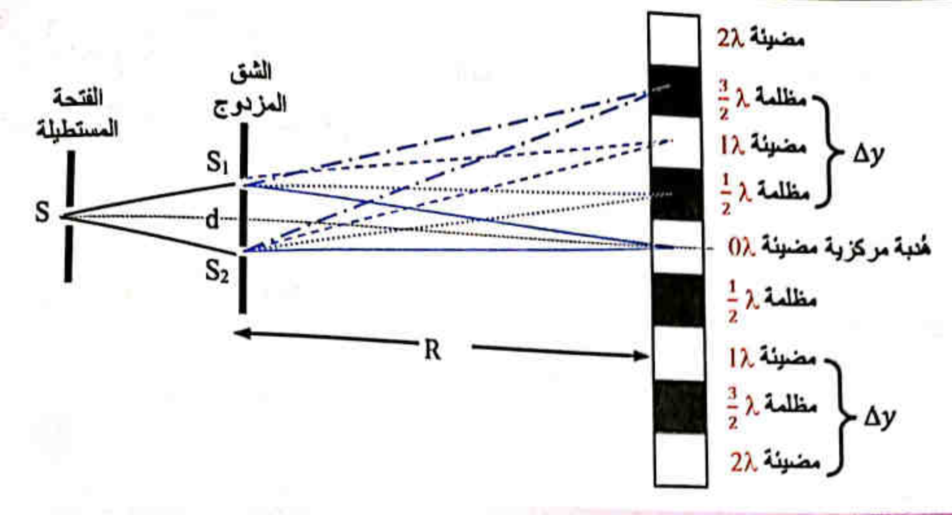
تداخل ينتج عنه انعدام لشدة الضوء في بعض المواضع (هُدبة مظلمة) نتيجة تقابل قمة من إحدى الموجتين مع قاع من الموجة الأخرى أو قاع من إحدى الموجتين مع قمة من الموجة الأخرى.

شرط حدوثه

- أن يكون فرق المسار بين الموجتين المتداخلتين = $m\lambda$



- أن يكون فرق المسار بين الموجتين المتداخلتين = $(m+\frac{1}{2})\lambda$



العوامل التي تجعل هُدب التداخل أكثر وضوحاً:

1. استخدام ضوء أحادي اللون له طول موجي كبير نسبياً (مثل الأحمر) .
2. أن تكون المسافة بين الشقين d أصغر ما يمكن.
3. أن تكون المسافة بين الحائل المعد لاستقبال الهُدب والشق المزدوج كبيرة.
4. أن يكون اتساع فتحتي الشقين أصغر ما يمكن .

شروط حدوث التداخل في الضوء:

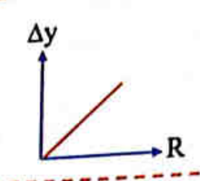
1. أن يكون كل من المصدر الضوئي أحادي الطول الموجي **علل ..؟** حتى يعطي كلا من المصدرين الضوئيين ضوءاً له طول موجي واحد وبالتالي تكون الأمواج الضوئية لها نفس التردد والسعة فينتج بينهما تداخل.
2. أن يكون المصدران الضوئيان مترابطين أي لهما نفس التردد والسعة والطور.

خلي بالك



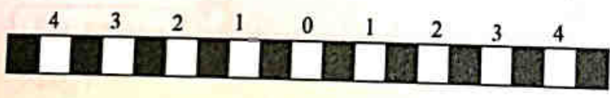
1. **الهُدبة المركزية في تجربة يونج دائما مضيئة.** **علل ...؟** لأن فرق المسار عند المركز (في المنتصف) يساوي صفر فيكون التداخل بناء.
2. **كلما قلت المسافة بين الشقين في تجربة الشق المزدوج ليونج كلما زاد وضوح التداخل.** **علل ..؟** ($\because \Delta y \alpha \frac{1}{d}$) فتكون المسافة بين هُدبتين متتاليتين (Δy) تتناسب عكسيا مع المسافة بين الفتحتين (d) ، فكلما كانت (d) صغيرة كلما زاد وضوح هُدب التداخل.
3. **يجب أن تكون الفتحة مستطيلة الشكل.** **علل ...؟** حتى تنفذ منه الأمواج على شكل أمواج اسطوانية الشكل فيكون صدر الموجة مستو.
4. **يفضل استخدام ضوء طوله الموجي كبير نسبياً (مثل الضوء الأحمر).** **علل ...؟** حتى يزداد وضوح هُدب التداخل (لأن $\Delta y \propto \lambda$).

العوامل التي تتوقف عليها المسافة بين هدبتين متتاليتين من نفس النوع

العلاقة بين	الشكل البياني	القانون ودلالة الميل
المسافة بين هُدبتين متتاليتين من نفس النوع (Δy) وبعد الحائل عن الشقين R (علاقة طردية)		$\Delta y = \frac{\lambda R}{d}$ $Slope = \frac{\Delta y}{R} = \frac{\lambda}{d}$
المسافة بين هُدبتين متتاليتين من نفس النوع (Δy) ومقلوب المسافة بين الشقين ($\frac{1}{d}$) (علاقة طردية)	Δy ، $\frac{1}{d}$	$\Delta y = \frac{\lambda R}{d}$ $Slope = \frac{\Delta y}{\frac{1}{d}} = \Delta y d = \lambda R$
المسافة بين هُدبتين متتاليتين من نفس النوع (Δy) والطول الموجي للضوء المستخدم. (علاقة طردية)	Δy ، λ	$\Delta y = \frac{\lambda R}{d}$ $Slope = \frac{\Delta y}{\lambda} = \frac{R}{d}$

ملاحظات لحل المسائل (1)

1. لحساب المسافة بين هُدبتين مضيئتين أو مظلمتين متتاليتين: $\Delta y = \frac{\lambda R}{d}$
2. لحساب نسبة الخطأ في قياس (Δy) (نسبة الخطأ = $\frac{\text{القيمة الحقيقية} - \text{القيمة المقاسة}}{\text{القيمة الحقيقية}} = \frac{\text{مقدار الخطأ}}{\text{القيمة الحقيقية}}$)
3. اذا استخدمنا اكثر من ضوء لنفس التجربة: $\frac{\Delta y_1}{\Delta y_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$
4. لحساب عدد الهُدب (N) خلال مسافة معينة (X) :



$N = \frac{2X(\text{ضعف طول الحائل})}{\Delta y}$ **OR** $N = \frac{2X(\text{ضعف المسافة بين مركزي هدبتين متماثلتين})}{\Delta y}$

مثال 1

سقط ضوء أخضر طول موجته 5×10^{-7} m على شق مزدوج فتكونت على شاشة بيضاء على بعد مترين منها هُدب التداخل وكانت المسافة بين هُدبتين متتاليتين مختلفتين 2.5 مم ، احسب المسافة بين الشقين في الحائل.

الإجابة

المعطيات

$\lambda = 5 \times 10^{-7}$ m , R = 2m

$\Delta y = 2 \times 2.5$ mm

$\because \Delta y = \frac{\lambda R}{d}$ $\therefore d = \frac{\lambda R}{\Delta y} = \frac{5 \times 10^{-7} \times 2}{2 \times 2.5 \times 10^{-3}} = 2 \times 10^{-4}$ m

مثال 2

في تجربة الشق المزدوج ليونج كانت المسافة بين الفتحتين الضيقتين تساوي 2mm وكانت المسافة بينهما وبين الحائل المعد لاستقبال هُدب التداخل تساوي 1m فإذا كانت المسافة بين هُدبتين مضيئتين متتاليتين تساوي 5×10^{-4} m وسرعة الضوء تساوي 3×10^{8}m أوجد: ❶ الطول الموجي للضوء المستخدم ❷ تردد موجة الضوء

المعطيات

$d = 2mm$

$R = 1m$

$\Delta y = 5\times10^{-4}m$

$C = 3\times10^{8}m$

الإجابة

❶ الطول الموجي للضوء المستخدم

$$\because \Delta y = \frac{\lambda R}{d} \qquad \therefore \lambda = \frac{\Delta y d}{R} = \frac{5\times10^{-4}\times2\times10^{-3}}{1} = 10^{-6}m$$

❷ تردد موجة الضوء

$$\because \upsilon = \frac{C}{\lambda} = \frac{3\times10^{8}}{10^{-6}} = 3\times10^{14}Hz$$

مثال 3

في إحدى تجارب الشق المزدوج ليونج استقبلت هُدب التداخل على تدريج فكانت المسافة بين هُدبتين معتمتين متتاليتين 2.7mm وكان الضوء المستخدم أحادي اللون طوله الموجي 4800 $\mathring{A}$ والبعد بين الشق المزدوج والتدريج 5m والمسافة بين منتصفي الشق المزدوج 1mm احسب نسبة الخطأ في التدريج.

المعطيات

$\Delta y = 2.7$ mm

$\lambda = 4800\ \mathring{A}$

$R = 5m$

$d = 1$ mm

الإجابة

$$\because \Delta y = \frac{\lambda R}{d} = \frac{4800\times10^{-10}\times5}{1\times10^{-3}} = 2.4\times10^{-3}m$$

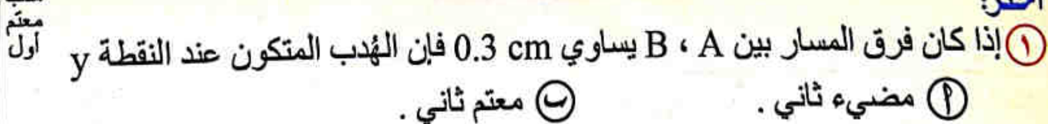
$$\text{مقدار الخطأ} = 2.7\times10^{-3} - 2.4\times10^{-3} = 3\times10^{-4}m$$

$$\text{نسبة الخطأ} = \frac{\text{مقدار الخطأ}}{\text{القيمة الحقيقية}} = \frac{3\times10^{-4}}{2.4\times10^{-3}}\times100 = 12.5\ \%$$



فكر وجاوب

اختر:



① إذا كان فرق المسار بين A ، B يساوي 0.3 cm فإن الهُدب المتكون عند النقطة y

Ⓐ مضيء ثاني . Ⓑ معتم ثاني .

Ⓒ مضيء ثالث . Ⓓ معتم ثالث.

② إذا كانت المسافة بين هُدبتين متتاليتين من نفس النوع 2 mm فإن عدد الهُدب المتكونة على حائل طوله 50 cm

Ⓐ 100 Ⓑ 200 Ⓒ 250 Ⓓ 500

③ إذا كانت المسافة بين مركز الهُدبة المركزية (0) ومركز الهُدبة المضيئة الرابعة (4) 1.6 cm فإن (Δy) = ...

4 3 2 1 0 1 2 3 4

Ⓐ 2×10^{-3} m Ⓑ 4×10^{-3} m Ⓒ 6×10^{-3} m Ⓓ 8×10^{-3} m

مثال بياني

- الجدول التالي يوضح العلاقة بين المسافة بين هدبتين متتاليتين من نفس النوع (Δy) والمسافة بين الشقين (d):
علماً بأن المسافة بين الشق المزدوج والحائل 2 متر.

$d \times 10^{-3}$ (m)	5	4	X	2	1
$\Delta y \times 10^{-4}$ (m)	2	2.5	4	5	10

ارسم علاقة بيانية بين Δy على المحور الرأسي، $\frac{1}{d}$ على المحور الأفقي ومن الرسم اوجد:

a. قيمة كل من X

b. الطول الموجي λ للضوء المستخدم.

الإجابة

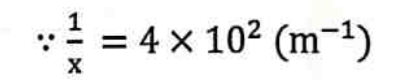
نخطط جدول يوضح العلاقة بين المسافة بين هدبتين متتاليتين من نفس النوع (Δy) ومقلوب المسافة بين الشقين ($\frac{1}{d}$):

$\frac{1}{d} \times 10^{2}$ (m^{-1})	2	2.5	$\frac{1}{x}$	5	10
$\Delta y \times 10^{-4}$ (m)	2	2.5	4	5	10

$\Delta y \times 10^{-4}$ (m)

$\frac{1}{d} \times 10^{2}$ (m^{-1})

a. قيمة X



$$\because \frac{1}{x} = 4 \times 10^{2}\ (m^{-1})$$

$$\therefore x = 2.5 \times 10^{-3}\ m$$

b. الطول الموجي λ للضوء المستخدم.

$$slope = \frac{\Delta y}{\Delta \frac{1}{d}} = R\lambda$$

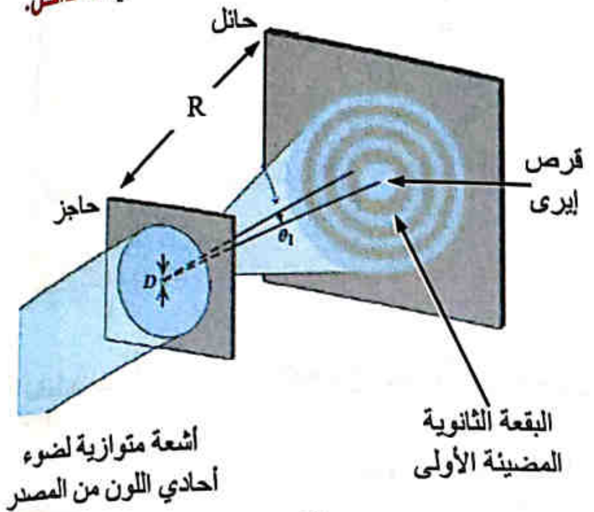
$$= \frac{(7-5)\times 10^{-4}}{(7-5)\times 10^{2}} = 10^{-6}$$

$$\therefore R\lambda = 10^{-6}$$

$$\therefore \lambda = \frac{10^{-6}}{2} = 5\times 10^{-7}\ m$$

5 الحيود diffraction

- عند سقوط ضوء أحادي اللون على حاجز به فتحة دائرية الشكل , فإنه يغير اتجاه انتشاره (**يحيد عن اتجاهه**) وتتداخل (**أو تتراكب**) الموجات مع بعضها خلف الحاجز لتعطي بقعة دائرية مضيئة مركزية تكون شدة الضوء فيها أعلى ما يمكن يطلق عليها (**قرص إيري**) ويحيط بها حلقات مظلمة يتخللها حلقات مضيئة تسمي (**هُدب الحيود**) كما يحدث في **التداخل**.



حيود الضوء

ظاهرة انحراف موجات الضوء عن مسارها في خط مستقيم نتيجة مرورها خلال فتحة ضيقة بالنسبة للطول الموجي فيؤدي ذلك إلى تراكب الموجات وتتكون هدب الحيود.

قرص إيرى

بقعة دائرية مضيئة محددة تكونت على الحائل لأشعة الضوء التي حدث لها حيود ويمكن به دراسة توزيع الإضاءة.

شرط ملاحظة الحيود:

- أن تكون أبعاد فتحة العائق مقاربة للطول الموجى لموجة الضوء

إمسح



حيود الضوء عن فتحة دائرية



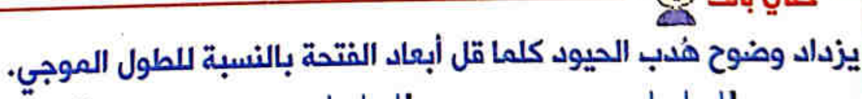
حيود الضوء عن فتحة مستطيلة

ملاحظة ... !!

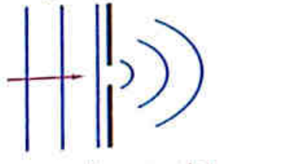
1) يتوقف شكل مجموعة الحيود على الشكل الهندسي للفتحة (كما بالرسم)

2) لا يوجد فرق جوهري بين الحيود والتداخل فكلاهما ينشأ عن تراكب أمواج **فالتداخل** ينشأ عن تراكب حركتين موجيتين فقط أما في **الحيود** ينشأ عن تراكب أكثر من عدة موجات حيث تعمل كل نقطة من نقاط الفتحة كمصدر ضوئي مستقل يرسل موجات ثانوية فيحدث بينها تراكب وتكون هُدب الحيود.

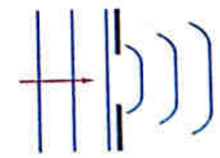
خلي بالك



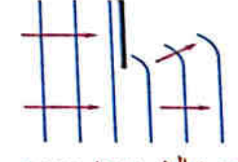
يزداد وضوح هُدب الحيود كلما قل أبعاد الفتحة بالنسبة للطول الموجي.



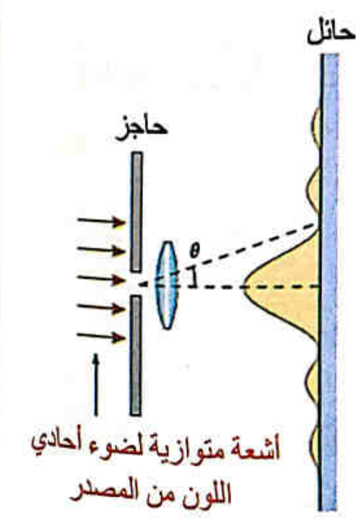
يزداد وضوح الحيود كلما نقصت أبعاد الفتحة



يقل وضوح الحيود كلما زادت أبعاد الفتحة



حيود الضوء عن مروره بحافة صلبة



مقارنة؟	الحيود	الانكسار
وجه الشبه	كلاهما يتغير مسار الضوء فيه	
وجه الاختلاف	يحدث في نفس الوسط بسبب مرور الضوء على حافة حادة أو ثقب ضيق	يحدث عند اجتياز الضوء لسطح فاصل بين وسطين شفافين مختلفين في الكثافة الضوئية



مقارنة بين التداخل والحيود

وجه المقارنة	التداخل	الحيود
النشأة	ينشأ عن تراكب موجتين لهما نفس التردد والسعة والطور (مترابطتان)	ينشأ عن تراكب عدة موجات ثانوية ناتجة عن عدة نقاط مختلفة من حواف الفتحة نتيجة اصطدام صدر الموجة بها
شدة الهُدب	شبه متساوية	تكون الهُدبة المركزية أكثر شدة وتقل بالابتعاد عن المركز
الشكل التوضيحي		
اتساع الهُدب	جميعها لها نفس الاتساع	تختلف عن بعضها في الاتساع
عدد الهُدب	كبير	صغير
أوجه الشبه	كلاهما له الخصائص العامة للأمواج	

تذكر أن

الضوء حركة موجية لأنه له الخصائص العامة للأمواج وهي:

1. **الانتشار في خطوط مستقيمة:** ينتشر الضوء في الوسط المتجانس في جميع الاتجاهات في خطوط مستقيمة.
2. **الانعكاس:** ينعكس الضوء عندما يصطدم بسطح عاكس بحيث يخضع لقانوني الانعكاس.
3. **الانكسار:** ينكسر الضوء عند انتقاله بين وسطين شفافين مختلفين في الكثافة الضوئية بحيث يخضع لقانوني الانكسار.
4. **التداخل:** تتداخل أمواج الضوء الصادرة عن مصدرين مترابطين وينتج عن ذلك هُدب التداخل.
5. **الحيود:** تحيد موجات الضوء عن مسارها في خط مستقيم عند مرورها من فتحة ضيقة بالنسبة للطول الموجي.

مقارنه بين الانعكاس والانكسار والتداخل والحيود من حيث: (السرعة – التردد – الطول الموجي)

	الانعكاس		الانكسار		التداخل		الحيود	
	قبل الظاهرة	بعد الظاهرة	قبل الظاهرة	بعد الظاهرة	قبل الظاهرة	بعد الظاهرة	قبل الظاهرة	بعد الظاهرة
السرعة	ثابتة	ثابته	ثابته	تتغير	ثابته	ثابته	ثابته	ثابته
التردد	ثابت	ثابت	ثابت	ثابت	ثابت	ثابت	ثابت	ثابت
الطول الموجي	ثابت	ثابت	ثابت	يتغير	ثابت	ثابت	ثابت	ثابت

الدرس 3

من	الانعكاس الكلى
إلى	السراب

إمسح

الإنعكاس الكلي والزاوية الحرجة (ϕ_c)

- نفرض مصدر ضوئي (S) في وسط أكبر كثافة ضوئية (كالماء) معامل انكساره كبير(n_1) تنبعث منه أشعة ضوئية بزوايا سقوط مختلفة لتنفذ إلى وسط آخر أقل كثافة (كالهواء) معامل انكساره أقل (n_2).

هذا الشعاع عمودي على السطح الفاصل فينفذ دون انكسار أيضاً حيث زاوية السقوط = صفر فتكون زاوية الانكسار = صفر

هواء
وسط (2) أقل كثافة
معامل انكساره (n_2)
السطح الفاصل
θ_1 θ_2 θ_3 $\theta = 90°$
ϕ_1 ϕ_2 ϕ_3 ϕ_c ϕ ϕ
ا ب ج د هـ و
انعكاس كلي
ماء
وسط (1) أكبر كثافة
معامل انكساره (n_1)
مصدر ضوئي (S)

فنلاحظ أن:

1. الشعاع (ا) يسقط عمودياً على السطح الفاصل فينفذ دون انكسار.
2. الشعاع (ب) ينكسر مبتعداً عن العمود.
3. كلما زادت زاوية السقوط زادت زاوية الانكسار **فيزداد** ابتعاد الشعاع عن العمود **ويقترب** من السطح.
4. عندما تصل زاوية السقوط قيمة معينة يخرج الشعاع المنكسر **مماساً** للسطح الفاصل بزاوية انكسار = 90° فتسمى زاوية السقوط **بالزاوية الحرجة (ϕ_c)**
5. عند سقوط شعاع بزاوية سقوط أكبر من الزاوية الحرجة مثل الشعاع (و) فإنه **لا ينفذ** من السطح إلى الوسط الأقل كثافة ضوئية **وينعكس** إلى نفس الوسط (الماء) ويكون **الانعكاس كلياً** بزاوية سقوط = زاوية الانعكاس وتسمى هذه الظاهرة بـ **الانعكاس الكلى.**

الزاوية الحرجة بين وسطين (ϕ_c)

زاوية السقوط في الوسط الأكبر كثافة ضوئية تقابلها زاوية انكسار في الوسط الأقل كثافة ضوئية تساوي 90°

الانعكاس الكلى

ظاهرة ارتداد (انعكاس) الأشعة كلياً إلى نفس الوسط عندما تسقط من وسط أكبر كثافة ضوئية إلى وسط أقل كثافة ضوئية بزاوية سقوط أكبر من الزاوية الحرجة.

شروط حدوث الإنعكاس الكلى للأشعة الضوئية.

1. سقوط الأشعة من وسط أكبر كثافة ضوئية إلى وسط أقل كثافة ضوئية.
2. أن تكون زاوية السقوط أكبر من الزاوية الحرجة بينهما.

تذكر أن

الزاوية الحرجة دائماً في الوسط الأكبر كثافة فقط.



الزاوية الحرجة للماء بالنسبة للهواء = 49°

معنى ذلك أن زاوية السقوط في الماء والتي تقابلها زاوية انكسار في الهواء مقدارها 90° هي 49°.

إمسح





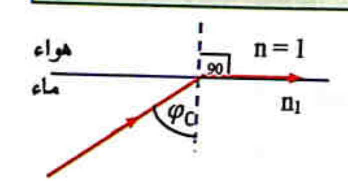
ماذا يحدث ...؟

إذا سقط شعاع ضوئي من الوسط الأقل كثافة ضوئية إلى الوسط الأكبر كثافة ضوئية ؟
وهل توجد زاوية حرجة ويحدث انعكاس كلي للأشعة الضوئية أم لا ، مع التعليل؟

ينكسر الشعاع الضوئي مقتربا من العمود المقام ويبتعد عن السطح الفاصل وبالتالي لا يحدث انعكاس كلي للشعاع الضوئي ولا توجد زاوية حرجة.

العلاقة بين الزاوية الحرجة (ϕ_c) ومعامل الانكسار (n)

1. نفرض معامل انكسار الوسط الأكبر كثافة ضوئية (الماء) هو (n_1) , ومعامل انكسار الوسط الأقل كثافة ضوئية (الهواء) هو (n_2) ، والزاوية الحرجة من الماء إلى الهواء هي (ϕ_c).
2. بتطبيق قانون سنل:



$$n_1 \sin\phi_c = n_2 \sin 90 \rightarrow \because \sin 90 = 1$$

$$n_1 \sin\phi_c = n_2 \times 1 \Rightarrow \sin\phi_c = \frac{n_2}{n_1} = {}_1n_2$$

ملاحظة ... !!

أكبر زاوية انكسار يمكن الحصول عليها = 90°

معامل الانكسار النسبي

من الوسط الأكبر كثافة إلى الوسط الأقل كثافة = جيب الزاوية الحرجة

3. إذا كان الوسط الأقل كثافة ضوئية هو الهواء فإن: $n_2 = 1$

هواء
ماء
n = 1
n1
90
φc

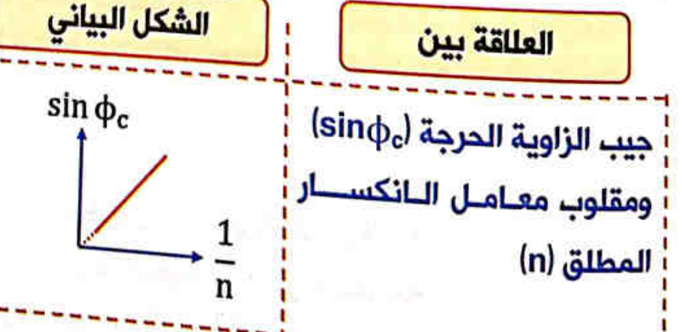
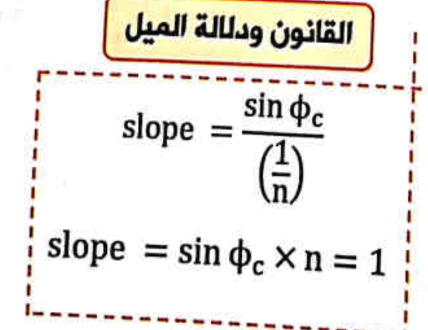
$$\sin\phi_c = \frac{1}{n_1} \Leftrightarrow n_1 = \frac{1}{\sin\phi_c}$$

معامل الانكسار المطلق لوسط (n)

يساوي مقلوب جيب الزاوية الحرجة

العلاقة البيانية بين معامل الانكسار المطلق والزاوية الحرجة

- كلما زاد معامل الانكسار المطلق لوسط قلت الزاوية الحرجة لأن: $\sin\phi_c \propto \frac{1}{n}$

العلاقة بين	الشكل البياني	القانون ودلالة الميل
جيب الزاوية الحرجة ($\sin\phi_c$) ومقلوب معامل الانكسار المطلق (n)		 $slope = \frac{\sin\phi_c}{\left(\frac{1}{n}\right)}$ $slope = \sin\phi_c \times n = 1$

خلي بالك

❶ **تزداد قيمة الزاوية الحرجة بين وسطين كلما قل الفرق بين معاملي الانكسار لهما.** علل ...؟

لأن $\sin \phi_c = \frac{n_2}{n_1}$ وبالتالي كلما قل الفرق بين n_2 ، n_1 يعني أن قيمة معامل الانكسار المطلق للوسط الأقل كثافة (n_2) قريبة من (n_1) وبالتالي تزداد النسبة $\frac{n_2}{n_1}$ وبالتالي تزداد الزاوية الحرجة.

❷ **الضوء الذي ينبعث من تحت سطح الماء يحتمل عدم رؤيته في الهواء.** علل ...؟

يحدث ذلك عندما يسقط الضوء على سطح الماء بزاوية أكبر من الزاوية الحرجة فيحدث له انعكاس كلي.

❸ **الماس شديد التألق بالنسبة إلى الزجاج.** علل ...؟

لأن الزاوية الحرجة للماس بالنسبة للهواء صغيرة (حوالي 25°) وذلك لكبر معامل انكساره (حوالي 2.4) ,
أما الزاوية الحرجة للزجاج بالنسبة للهواء كبيرة (حوالي 42°) وذلك لصغر معامل انكساره (حوالي 1.5) ,
ولذلك يعاني الأشعة الضوئية انعكاسات كلية كثيرة على الماس أكبر منها على الزجاج فيبدو الماس شديد التألق.

❹ **عند سقوط الضوء الأبيض على فقاعة صابون تظهر ملونة بألوان الطيف السبعة.** علل ...؟

لأن الضوء الأبيض مكون من عدة ألوان (ألوان الطيف السبعة) لكل لون طول موجي فيكون لكل لون معامل انكسار وبالتالي ينكسر كل لون على سطح الفقاعة بزاوية تختلف عن زاوية اللون الآخر فيتحلل الضوء الأبيض فتظهر الفقاعة ملونة.

ملاحظة ... !!

① الزاوية الحرجة هي أكبر زاوية سقوط في الوسط الأكبر كثافة تسمح للشعاع بالنفاذ إلى الوسط الأقل كثافة.
(أي إذا قلت زاوية السقوط في الوسط الأكبر كثافة عن ϕ_c ينفذ الشعاع , وإذا زادت عن ϕ_c ينعكس كلياً) .

② يتناسب معامل انكسار مادة (وسط شفاف) للضوء تناسباً عكسياً مع الطول الموجي للضوء الساقط عليه وحسب العلاقة ($\sin \phi_c = \frac{1}{n}$) فإن جيب الزاوية الحرجة يتناسب عكسياً مع معامل الانكسار.

③ بزيادة الطول الموجي يقل معامل الانكسار فتزداد الزاوية الحرجة .

④ الزاوية الحرجة لوسط تتناسب طردياً مع الطول الموجي للضوء ، وعكسياً مع معامل الانكسار له في هذا الوسط.

⑤ $\lambda_{\text{احمر}} > \lambda_{\text{برتقالي}} > \lambda_{\text{اصفر}} > \lambda_{\text{اخضر}} > \lambda_{\text{أزرق}} > \lambda_{\text{نيلي}} > \lambda_{\text{بنفسجي}}$

$\phi_{c\,\text{أحمر}} > \phi_c > \phi_c > \phi_c > \phi_c > \phi_c > \phi_{c\,\text{بنفسجي}}$

ماذا يحدث ...؟

عند انتقال شعاع ضوئي من وسط أكبر كثافة ضوئية إلى وسط أقل كثافة ضوئية؟

لدينا أربع احتمالات:

❶ ينفذ الشعاع على استقامته دون أن ينكسر عند سقوطه عموديا

❷ ينكسر الشعاع مبتعدا عن العمود إذا كانت زاوية السقوط أقل من الزاوية الحرجة.

❸ ينكسر الشعاع منطبقا على السطح الفاصل إذا كانت زاوية السقوط = الزاوية الحرجة

❹ يحدث انعكاس كلي للشعاع إذا كانت زاوية السقوط أكبر من الزاوية الحرجة.

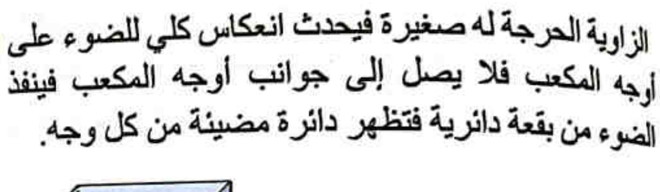
تطبيقة

فسر ما يلي مع التعليل:

عند وضع مصدر ضوئي أزرق اللون في مركز مكعب مصمت من الزجاج - يواجه كل وجه من أوجهه الجانبية حائل أبيض – ظهرت بقعة دائرية مضيئة على كل حائل، وعند استبدال مصدر الضوء الأزرق بآخر أحمر اللون تغير شكل البقعة المضيئة على الحائل من الشكل الدائري إلى الشكل المربع.

جـ- لأن معامل الانكسار (n) يزداد بنقص الطول الموجي (λ) و ∵ $\sin\phi = \frac{1}{n}$ ← ∴ ϕ_c تقل بنقص λ

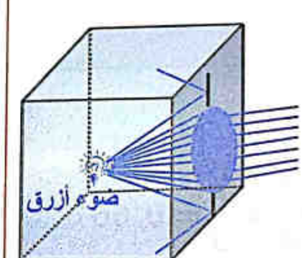
$$\because \lambda_{\text{احمر}} > \lambda_{\text{ازرق}} \rightarrow \therefore \phi_{c_{\text{احمر}}} > \phi_{c_{\text{ازرق}}}$$



بالنسبة للضوء الأزرق

الزاوية الحرجة له صغيرة فيحدث انعكاس كلي للضوء على أوجه المكعب فلا يصل إلى جوانب أوجه المكعب فينفذ الضوء من بقعة دائرية فتظهر دائرة مضيئة من كل وجه.





بالنسبة للضوء الأحمر

الزاوية الحرجة له كبيرة فلا يحدث انعكاس كلي للضوء على أوجه المكعب وبالتالي يصل الضوء إلى جوانب أوجه المكعب وينفذ كل مساحة الجانب فيظهر الضوء على شكل مربع من كل وجه.

ضوء أحمر

ملاحظات لحل المسائل (1)

1. لحساب الزاوية الحرجة بين وسطين مختلفين : $\sin\phi_c = \frac{n_2}{n_1} = {}_1n_2$
2. إذا كان الوسط الأقل كثافة ضوئية هو الهواء فإن $n_2 = 1$ $\quad \sin\phi_c = \frac{1}{n_1}$

مثال 1

إذا كانت الزاوية الحرجة لوسط ما بالنسبة للهواء = 45° احسب معامل الانكسار المطلق لهذا الوسط.



المعطيات

$\phi_c = 45°$

الإجابة

$$\because n = \frac{1}{\sin\phi_c} = \frac{1}{\sin 45} \Rightarrow \therefore n = \sqrt{2}$$

مثال 2

احسب مقدار الزاوية الحرجة لنفاذ الضوء من البنزين إلى الماء علما بأن معامل انكسار الضوء في البنزين $= \frac{3}{2}$ ومعامل انكسار الضوء في الماء $\frac{4}{3}$

المعطيات

$n_{بنزين} = \frac{3}{2}$

$n_{ماء} = \frac{4}{3}$

الإجابة

$$\because \sin\phi_c = \frac{n_2}{n_1} \Rightarrow \therefore \sin\phi_c = \frac{4}{3}\times\frac{2}{3} = \frac{8}{9} \qquad \therefore \phi_c = 62.7^\circ$$

مثال 3

بفرض أن معامل الانكسار المطلق للماس 2.4 , وللزجاج 1.6 احسب :

1. معامل الانكسار النسبي بين الماس والزجاج
2. الزاوية الحرجة لكل من الماس والزجاج مع الهواء.
3. الزاوية الحرجة بين الماس والزجاج.
4. سرعة الضوء في الماس .

(إذا علمت أن سرعة الضوء في الهواء $3\times10^8\ m/s$).

المعطيات

$n_{الماس} = 2.4$

$n_{زجاج} = 1.6$

الإجابة

1. $${}_{ماس}n_{زجاج} = \frac{n_{زجاج}}{n_{ماس}} = \frac{1.6}{2.4} = \frac{2}{3} = 0.667$$

2. $$\sin\phi_{c\,ماس} = \frac{1}{n_{ماس}} = \frac{1}{2.4} = 0.4166 \qquad \therefore \phi_{c\,ماس} = \sin^{-1}0.4167 = 24.62^\circ$$

$$\sin\phi_{c\,زجاج} = \frac{1}{n_{زجاج}} = \frac{1}{1.6} = 0.625 \qquad \therefore \phi_{c\,زجاج} = \sin^{-1}0.625 = 38.68^\circ$$

3. $$\sin\phi_c = \frac{n_{زجاج}}{n_{ماس}} = \frac{1.6}{2.4} = \frac{2}{3} \Rightarrow \quad \therefore \phi_c = 41.8^\circ$$

4. $$n_{ماس} = \frac{c}{V_{ماس}} \Rightarrow \quad V_{ماس} = \frac{C}{n_{ماس}} = \frac{3\times10^8}{2.4} = 2.046\times10^8\ m/s$$





مثال 4

إذا كانت الزاوية الحرجة للزجاج 42° ، وللماء 48° ، احسب الزاوية الحرجة بين الزجاج والماء .

المعطيات

$\phi_{c_{\text{الزجاج}}} = 42°$

$\phi_{c_{\text{الماء}}} = 48°$

الإجابة

$$n_{\text{زجاج}} = \frac{1}{\sin\phi_c} = \frac{1}{\sin 42} = 1.494$$

$$n_{\text{ماء}} = \frac{1}{\sin\phi_c} = \frac{1}{\sin 48} = 1.3456$$

$$\sin\phi_c = \frac{n_{\text{ماء}}}{n_{\text{زجاج}}} = \frac{1.3456}{1.494} = 0.9$$

$$\therefore\ \phi_c = 64.15°$$

مثال 5

غمر مصباح كهربي صغير في سائل معامل انكساره المطلق $\frac{5}{3}$ على عمق 4 cm من سطح السائل، احسب نصف قطر أصغر قرص من الفلين الذي إذا وضع فوق سطح السائل فإنه يكفي لحجب المصباح عن الرؤية.

المعطيات

$n_{\text{سائل}} = \frac{5}{3}$

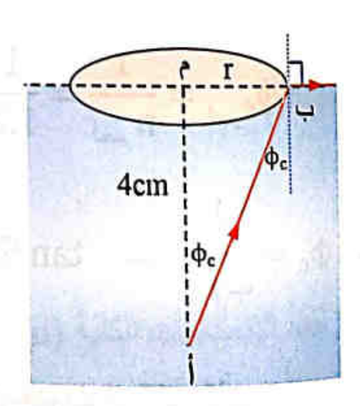
$d = 4\ cm$

الإجابة

لحجب المصباح عن الرؤية يوضع قرص الفلين على سطح الماء فوق القرص تماماً بحيث تكون زوايا سقوط الأشعة الساقطة من المصباح على أي نقطة على محيط القرص تساوي الزاوية الحرجة ϕ_c

∴ نوجد ϕ_c

$$\sin\phi_c = \frac{1}{n} = \frac{1}{\left(\frac{5}{3}\right)} = \frac{3}{5} \quad \rightarrow \quad \phi_c = 36.87°$$



من المثلث (ا م ب)

$$\tan\phi_c = \frac{r}{\text{ام}} \qquad \therefore \tan 36.87 = \frac{r}{4}$$

$$r = 3\ cm$$

مثال 6

مكعب زجاجي مصمت طول ضلعه 12 cm ويواجه كل وجه من أوجهه حائل أبيض , وضع عند مركز المكعب مصباح كهربي صغير يعطي ضوء أزرق معامل انكسار الزجاج له 1.5 ، احسب نصف قطر دائرة الضوء الخارج من المكعب والمتكون على كل حائل , وماذا يكون شكل الضوء الخارج من المكعب على كل حائل عند استبدال المصباح بآخر يعطي ضوء أحمر معامل انكسار الزجاج له 1.2

المعطيات

$\ell = 12cm$

$n_{أزرق} = 1.5$

$n_{أحمر} = 1.2$

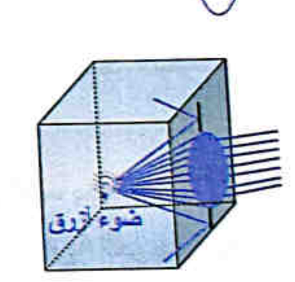
الإجابة

فكرة الحل : نوجد الزاوية الحرجة لكل من اللونين الأزرق والأحمر , ثم نوجد قطر الدائرة (2r) التي يمكن أن ينفذ منها الضوء , فإذا كانت أقل من طول ضلع المكعب (12Cm) فإن الضوء ينفذ من جزء من الوجه على شكل دائري , وإذا كانت أكبر من طول ضلع المكعب فإن الضوء ينفذ من كل الوجه على شكل مربع .

أولاً: بالنسبة للضوء الأزرق

$$\sin\phi_{c_{أزرق}} = \frac{1}{n_{أزرق}} = \frac{1}{1.5} \quad \Rightarrow \quad \therefore \phi_{c_{أزرق}} = 41.8°$$

$$\tan\phi_c = \frac{أم}{مب} \quad \Rightarrow \quad \tan 41.8 = \frac{r}{6} \quad \Rightarrow \quad r = 5.36\ cm \qquad \therefore 2r = 10.72\ cm$$

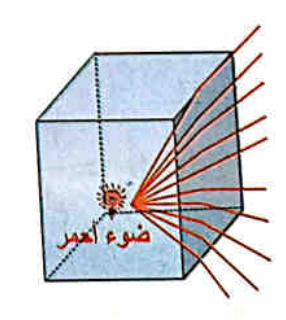


✍ الضوء الأزرق ينعكس كلياً قبل وصوله إلى حافة أوجه المكعب فيخرج من الوجه على شكل بقعة دائرية قطرها 10.72 cm , أي أقل من طول ضلع المكعب (12cm).

ثانياً: بالنسبة للضوء الأحمر

$$\sin\phi_{c_{أحمر}} = \frac{1}{n_{أحمر}} = \frac{1}{1.2} \quad \Rightarrow \quad \therefore \phi_{c_{أحمر}} = 56°$$

$$\tan\phi_c = \frac{أم}{مب} \quad \Rightarrow \quad \tan 56 = \frac{r}{6} \quad \Rightarrow \quad \therefore r = 8.9\ cm \qquad \therefore 2r = 17.8\ cm$$

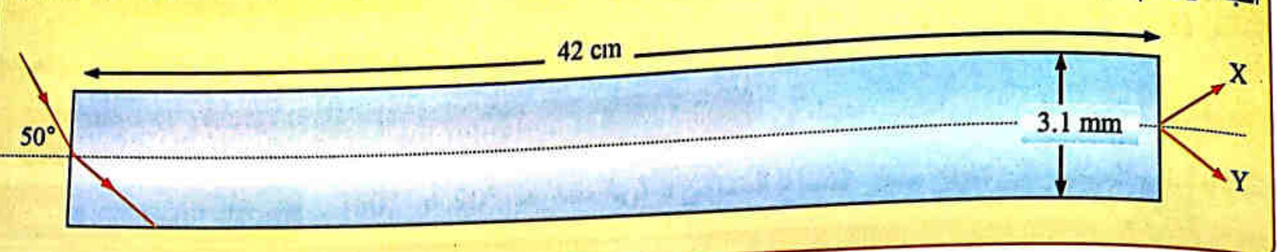


الضوء الأحمر يمكنه الوصول إلى حافة أوجه المكعب وينفذ منها دون حدوث انعكاس كلي.

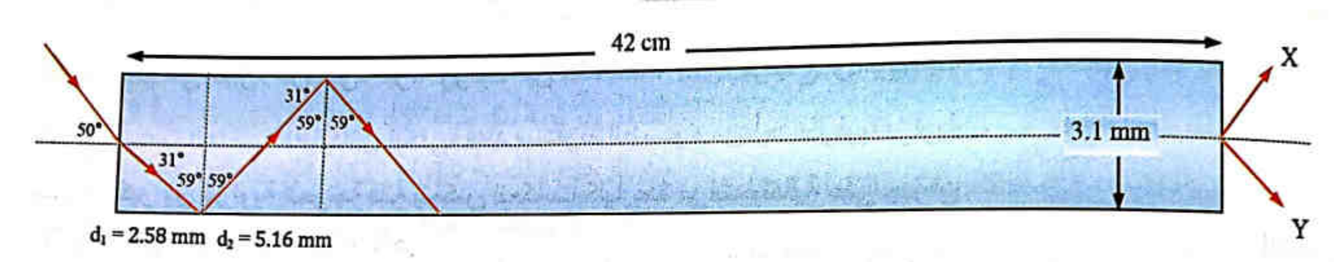




سقط شعاع ضوئي من الهواء على نقطة متوسطة لأحد أطراف لوح من مادة شفافة كما هو موضح بالشكل وكان معامل انكسار مادة اللوح 1.48 فكم تكون عدد مرات الانعكاسات الداخلية الكلية قبل أن يخرج من الطرف الآخر وهل يخرج في اتجاه X أم Y



الإجابة



$$n_1 \sin\phi = n_2 \sin\theta \Rightarrow 1 \times \sin 50 = 1.48 \sin\theta \Rightarrow \therefore \theta = 31°$$

$$\because \sin\phi_c = \frac{1}{n} = \frac{1}{1.48} \Rightarrow \phi_c = 42.5°$$

حيث: أن زاوية السقوط أكبر من الزاوية الحرجة فيحدث انعكاس كلى داخل الزجاج.

$$\because \tan 31 = \frac{\frac{1}{2} \times 3.1}{d_1} \Rightarrow \therefore d_1 = 2.58mm$$

$$\because \tan 59 = \frac{d_2}{3.1} \Rightarrow \therefore d_2 = 5.16mm$$

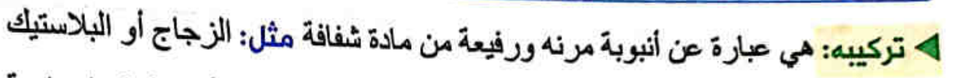
عدد الانعكاسات الكلية (n) = $\frac{\text{المسافة الكلية}}{\text{المسافة التى يأخذها الانعكاس الواحد}} + 1$

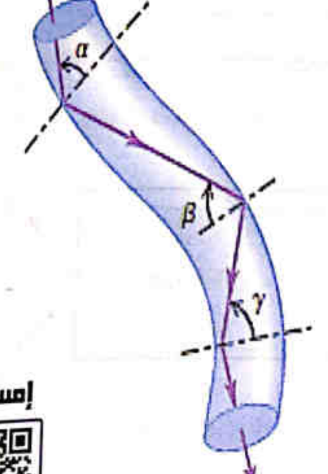
$$n = \frac{420 - 2.58}{5.16} + 1 \simeq 82$$ انعكاس متتالي

اتجاه الخروج: جهة (x)



وفيما يلي سنتناول كل من هذه التطبيقات بشيء من التفصيل:





الألياف الضوئية (البصرية)

أسطوانة مصمتة رفيعة من مادة مرنة شفافة إذا دخل الضوء من أحد طرفيها فإنه يعاني انعكاسات كلية متتالية حتى يخرج من الطرف الآخر.

◄ **تركيبه:** هي عبارة عن أنبوبة مرنه ورفيعة من مادة شفافة **مثل:** الزجاج أو البلاستيك

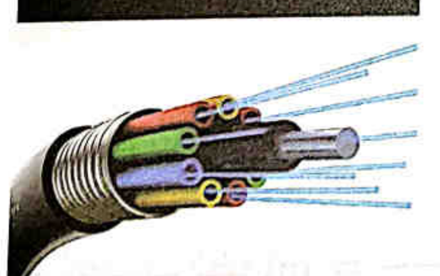
◄ **الأســاس العلمي:** **الانعكاس الكلي**، فعند ســقوط الضــوء من أحد طرفيها بزاوية سقوط أكبر من الزاوية الحرجة فانه ينعكس انعكاساً كلياً عدة مرات متتالية على جدران الأنبوبة حتى يخرج من الطرف الآخر.

وباستخدام آلاف من هذه الألياف معاً فإنها تكون حزمة مرنة قابلة للالتواء (كابل) فيمكن استخدامها في نقل الضوء بكفاءة عالية (دون فقد أي جزء) إلى الأماكن التي يصعب نقل الضوء إليها.

إمسح

◄ **الاستخدام:**

1. وصول الضوء الى أماكن يصعب الوصول اليها.
2. نقل الضوء في مسارات منحنية بدون فقد يذكر في الشدة الضوئية
3. الفحوص الطبية مثل المناظير الطبية التي تستخدم في:
   أ) الفحص والتشخيص مثل الجهاز الهضمي.
   ب) اجراء بعض العمليات الجراحة باستخدام شعاع الليزر.
4. تستخدم مع الليزر في الاتصالات الهاتفية عن طريق تحويل الإشارات الكهربية الي ومضات ضوئية في كابلات من الالياف الضوئية.





1. **يمكن استخدام الألياف الضوئية في نقل الضوء إلى الأماكن التي يصعب الوصول إليها من الجهاز الهضمي.** علل ..؟
لأن الليفة الضوئية معامل انكسارها كبير نسبيا فتكون الزاوية الحرجة لها صغيرة لذا تحدث انعكاسات كلية متتالية للأشعة الضوئية المارة خلالها حتى تخرج من الطرف الآخر دون فقد يذكر في الطاقة الضوئية.
2. **يفضل أن تغطى الليفة بطبقة خارجية من نوع من الزجاج معامل انكساره أقل من زجاج قلب الليفة.** علل ..؟
حتى تعمل الطبقة الخارجية على عكس الضوء المتسرب من الطبقة الأولى انعكاسا كليا للداخل مرة أخرى وبذلك نحافظ على شدة الضوء المنقول بواسطة الليفة.

2 المنشور العاكس Reflecting prism

المنشور العاكس

هو منشـور زجاجي قاعدته على شـكل مثلث قائم الزاوية، ومتسـاوي الساقين زواياه : (90° - 45° - 45°).

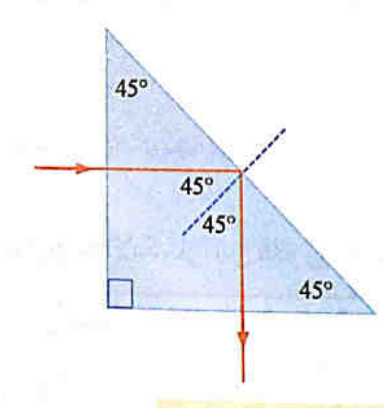


◀ الأساس العلمي: الانعكاس الكلي، حيث أن الزاوية الحرجة للزجاج بالنسبة للهواء = 42°

ولذلك يستخدم المنشور في تغيير مسار الشعاع الضوئي بزاوية مقدارها 90° أو 180° .

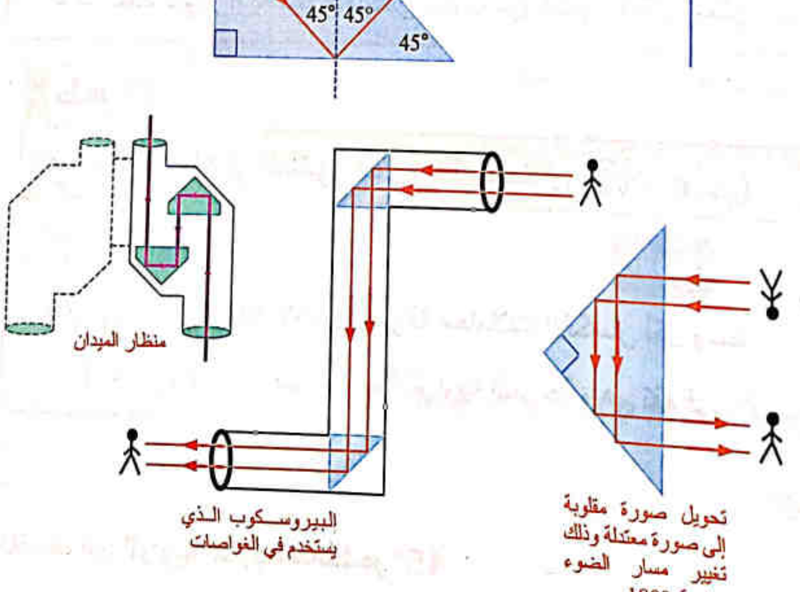
❶ تغيير مسار الشعاع الضوئي بزاوية (90°)

إذا سقط شعاع ضوئي عموديا على أحد وجهي الزاوية القائمة فإنه ينفذ على استقامته ثم يسقط على الوجه المقابل للقائمة بزاوية سقوط = 45° [وهي أكبر من الزاوية الحرجة من الزجاج بالنسبة للهواء 42°] لذلك ينعكس الشعاع انعكاسا كليا بزاوية = 45° ويسقط الشعاع المنعكس على الضلع القائم الأخر لينفذ على استقامته وبذلك يتغير مساره بمقدار 90° .



❷ تغيير مسار الشعاع الضوئي بزاوية (180°)

إذا سقط شعاع ضوئي عموديا على الضلع المقابل للزاوية القائمة فإنه ينفذ على استقامته ثم يسقط على احد الضلعين القائمين بزاوية سقوط = 45° [وهي أكبر من الزاوية الحرجة من الزجاج بالنسبة للهواء 42°] فإنه ينعكس انعكاسا كليا = 45° ثم يسقط الشعاع المنعكس على الضلع القائم الأخر بزاوية = 45° ثم ينعكس بزاوية = 45° ثم يسقط الشعاع المنعكس عمودياً على الضلع المقابل للزاوية القائمة لينفذ منه على استقامته . وبذلك يتغير مساره بمقدار 180°.



◀ يستخدم المنشور العاكس فى:

❶ تحويل صورة مقلوبة إلى صورة معتدلة.

❷ تغير مسار حزمة الضوء بمقدار (90° أو180°)

لذا تستخدم في معظم الأجهزة البصرية مثل:

- البيروسكوب الذي يستخدم في الغواصات (لرؤية ما يحدث على سطح الماء)
- منظار الميدان، وآلات التصوير، وغيرها من الأجهزة البصرية .



خلي بالك

❶ **يفضل المنشور العاكس عن السطح المعدني العاكس علل ..؟ وذلك لأن**

أ - المنشور العاكس يعكس الأشعة بكفاءة تصل إلى 100% , حيث لا يسبب فقد أي جزء يذكر من شدة الضوء الساقط عليه.

ب - السطح المعدني العاكس يعكس جزء من الأشعة الساقطة عليه, ويمتص جزء آخر , كما يتعرض السطح المعدني لعوامل تفقده لمعانه وبريقه فتقل قدرته على الانعكاس .

❷ **تغطى أوجه المنشور العاكس التي يدخل أو يخرج منها الضوء بغشاء رقيق غير عاكس من مادة معامل انكسارها أقل من معامل انكسار الزجاج مثل الكريوليت (فلوريد الألومونيوم و فلوريد الماغنيسيوم) علل ...؟**

لتجنب فقد أي جزء من شدة الضوء عند دخوله أو خروجه من المنشور.

ملاحظات لحل المسائل (2)

خطوات حل مسائل تتبع المسار:

❶ لابد من معرفة معاملات الانكسار لكل وسط

❷ احسب قيمة الزاوية الحرجة واين تقع (في الوسط الاكبر كثافة) من العلاقة: $\sin \phi_c = \frac{n_{\text{أقل انكسار}}}{n_{\text{أكبر سقوط}}}$

❸ ارسم عمود مقام عند كل نقطة سقوط وحدد زاوية السقوط (بين الشعاع الساقط والعمود المقام)

❹ **هناك احتمالات لمسار الشعاع الضوئي**

(أ) إذا انتقل من وسط أكبر كثافة ضوئية الي وسط أقل كثافة ضوئية: (توجد زاوية حرجة في الوسط الاكبر كثافة)

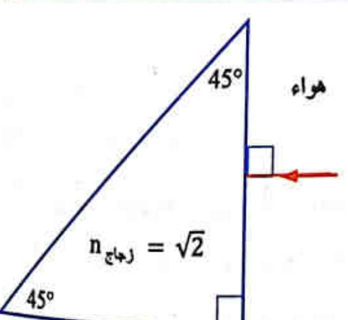
- إذا سقط عموديا ينفذ على استقامته.
- إذا سقط بزاوية اقل من الزاوية الحرجة ينكسر مبتعداً عن العمود المقام ويمكن حساب زاوية الانكسار من قانون سنل.
- إذا سقط بزاوية تساوى الزاوية الحرجة ينكسر مماسا للسطح.
- إذا سقط بزاوية أكبر من الزاوية الحرجة ينعكس كلياً.

(ب) إذا انتقل من وسط أقل كثافة ضوئية الي وسط أكبر كثافة ضوئية: (لا توجد زاوية حرجة)

- إذا سقط عموديا ينفذ على استقامته.
- إذا سقط بأي زاوية سقوط ينكسر مقترباً من العمود المقام ويمكن حساب زاوية الانكسار من قانون سنل.

مثال 1

تتبع مسار الشعاع في المنشور الذي أمامك حيث أن ($n_{\text{زجاج}} = \sqrt{2}$)



المعطيات

$n_{\text{زجاج}} = \sqrt{2}$

$n_{\text{هواء}} = 1$

الإجابة

❶ لابد من معرفة معاملات الانكسار لكل وسط

❷ نحسب قيمة الزاوية الحرجة وهي تقع في (الزجاج) من العلاقة: $\sin \phi_c = \frac{n_{\text{أقل}}}{n_{\text{أكبر}}}$

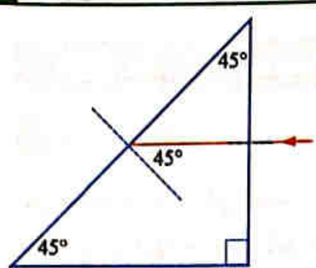
$$\sin \phi_c = \frac{n_{\text{أقل}}}{n_{\text{أكبر}}} = \frac{1}{\sqrt{2}} \Rightarrow \therefore \phi_c = 45^\circ$$

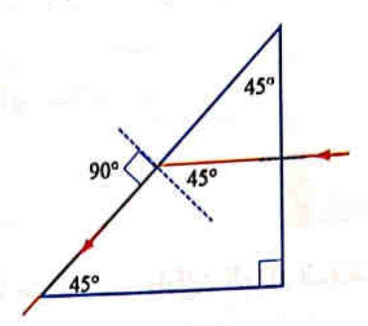
نلاحظ ان: الزاوية الحرجة للمنشور 45°



❸ نلاحظ ان: الشعاع يسقط عمودي علي السطح الفاصل فينفذ على استقامته ليسقط علي الوتر ويصنع زاوية سقوط جديدة ومن الشكل الهندسي نلاحظ ان زاوية السقوط = 45°

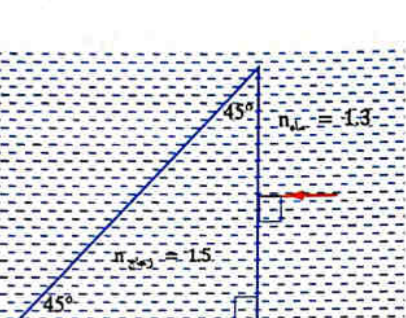
❹ نلاحظ ان: زاوية السقوط تساوى الزاوية الحرجة وبالتالي ينكسر الشعاع مماساً للسطح.





مثال 2

تتبع مسار الشعاع في المنشور الذي امامك حيث أن ($n_{زجاج} = 1.5$) ($n_{ماء} = 1.3$)



المعطيات

$n_{زجاج} = 1.5$

$n_{ماء} = 1.3$

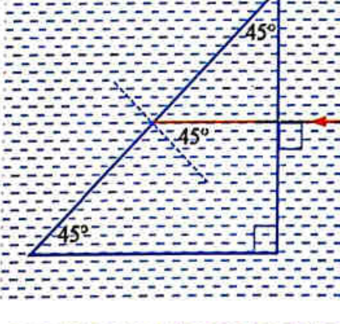
الإجابة

❶ لابد من معرفة معاملات الانكسار لكل وسط

❷ نحسب قيمة الزاوية الحرجة وهي تقع في (في الزجاج) من العلاقة: $\sin \phi_c = \frac{n_{أقل}}{n_{أكبر}}$

$$\sin \phi_c = \frac{n_{أقل}}{n_{أكبر}} = \frac{1.3}{1.5} \Rightarrow \therefore \phi_c = 60°$$

نلاحظ ان: الزاوية الحرجة للمنشور = 60°

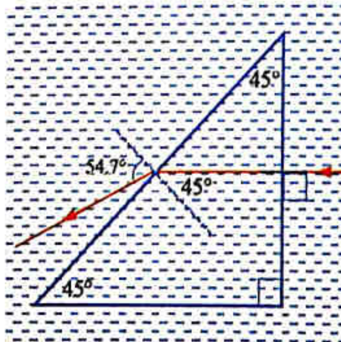


❸ نلاحظ ان: الشعاع يسقط عمودي على السطح الفاصل فينفذ على استقامته ليسقط على الوتر ويصنع زاوية سقوط جديدة ومن الشكل الهندسي نلاحظ أن زاوية السقوط = 45°

❹ نلاحظ ان: زاوية السقوط أقل من الزاوية الحرجة وبالتالي يخرج الشعاع الضوئي منكسرا ومبتعداً عن العمود المقام.

ولحساب زاوية الانكسار (من قانون سنل)

$$n_1 \sin \phi = n_2 \sin \theta \Rightarrow 1.5 \times \sin 45 = 1.3 \sin \theta \Rightarrow \therefore \theta = 54.7°$$



3 السراب Mirage

إمسح



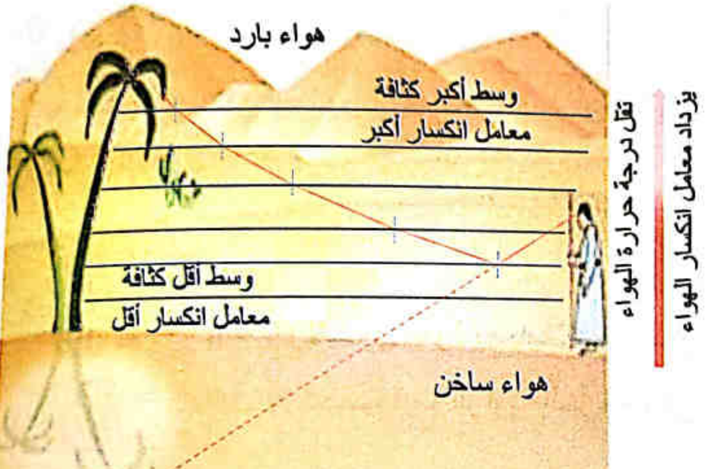
السراب

هو ظاهرة تحدث في فصل الصيف وفي الأيام شديدة الحرارة حيث ترى فيها صور الأجسام البعيدة كما لو كانت منعكسة على سطح الماء , كما تبدو الطرق المرصوفة كأنها مبللة بالماء .

◀ الأساس العلمي: الانعكاس الكلي.

◀ تفسير ظاهرة السراب

❶ في الأيام شديدة الحرارة ترتفع حرارة الأرض فتسخن طبقات الهواء الملاصقة لها فتقل كثافتها عن الطبقات التي تعلوها، فيزداد معامل انكسار الهواء كلما ارتفعنا لأعلى.



❷ عند تتبع شعاع ضوئي ساقط من أعلى نخلة مثلاً، فإن هذا الشعاع ينكسر مبتعداً عن العمود (عند انتقاله من طبقة عليا معامل انكسارها أكبر إلى طبقة سفلى معامل انكسارها أقل).

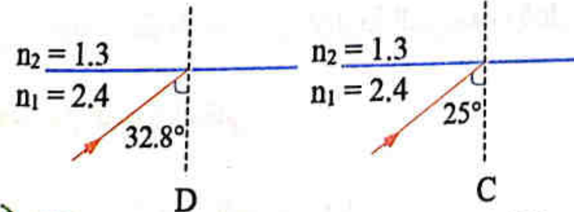
❸ يتكرر انكسار الشعاع من طبقة لأخرى ويزداد ابتعاده عن العمود حتى تصبح زاوية سقوطه عند إحدى الطبقات أكبر من الزاوية الحرجة فينعكس كلياً، فترى صورة الجسم على امتداد الشعاع المنعكس فترى مقلوبة.

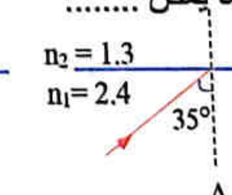
◀ شروط حدوث السراب: أن ينتقل الضوء من طبقات الهواء الباردة الأكبر كثافة الي طبقات الهواء الساخنة الأقل كثافة.

فكر وجاوب

اختر:

(١) عندما يسقط شعاع ضوئي على سطح فاصل بين وسطين كما بالشكل أي من الأشكال الآتية تكون فيها زاوية الانكسار أكبر ما يمكن ....





($n_2 = 1.3$, $n_1 = 2.4$, 35°) A

Ⓐ A Ⓑ B Ⓒ C Ⓓ D

(٢) يبين الشكل صورة نخلة على سطح الأرض، لكي نري الصورة مقلوبة فإن ترتيب الطول الموجي للضوء في طبقات الهواء الثلاثة يكون ....

(n_3, n_2, n_1, سطح الأرض)

Ⓐ $\lambda_3 > \lambda_2 > \lambda_1$ Ⓑ $(\lambda_3 = \lambda_1) > \lambda_2$

Ⓒ $\lambda_3 = \lambda_2 = \lambda_1$ Ⓓ $\lambda_3 < \lambda_2 < \lambda_1$

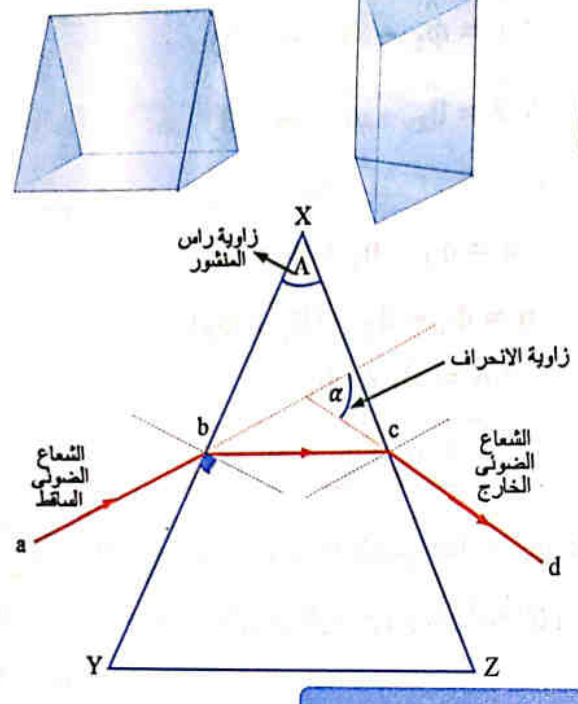


الانحراف في المنشور الثلاثي

المنشور الثلاثي

عبارة عن كتلة شفافة من الزجاج على شكل مجسم له خمس أوجه (قاعدتان على شكل مثلث , وثلاث جوانب مستطيلات).

مسار شعاع ضوئي خلال منشور ثلاثي



- عند سقوط شعاع ضوئي مثل (ab) على الوجه XY لمنشور ثلاثي فإنه ينكسر داخل المنشور مقترباً من العمود فيتخذ المسار (bc) , فيسقط على الوجه XZ فيخرج إلى الوسط الأول منكسراً مبتعداً عن العمود في المسار (cd) بفرض أن يسقط داخل المنشور بزاوية أقل من الزاوية الحرجة.

∴ ينكسر الشعاع مرتين أحدهما على الوجه (XY) , والأخرى على الوجه (XZ) فينحرف الشعاع عن مساره بزاوية معينة تسمى زاوية الانحراف ويرمز لها بالرمز (α)

زاوية الانحراف (α)

هي الزاوية الحادة المحصورة بين امتدادي الشعاعين الساقط والخارج في المنشور الثلاثي .

زاوية رأس المنشور (A)

الزاوية المحصورة بين وجهى المنشور أحدهما يدخل فيه الشعاع الضوئى والأخر يخرج منه الشعاع الضوئى .

استنتاج قوانين المنشور الثلاثي

إمسح

القانون الأول العلاقة بين A, θ_1, ϕ_2

الشكل (b x c e) رباعي دائري

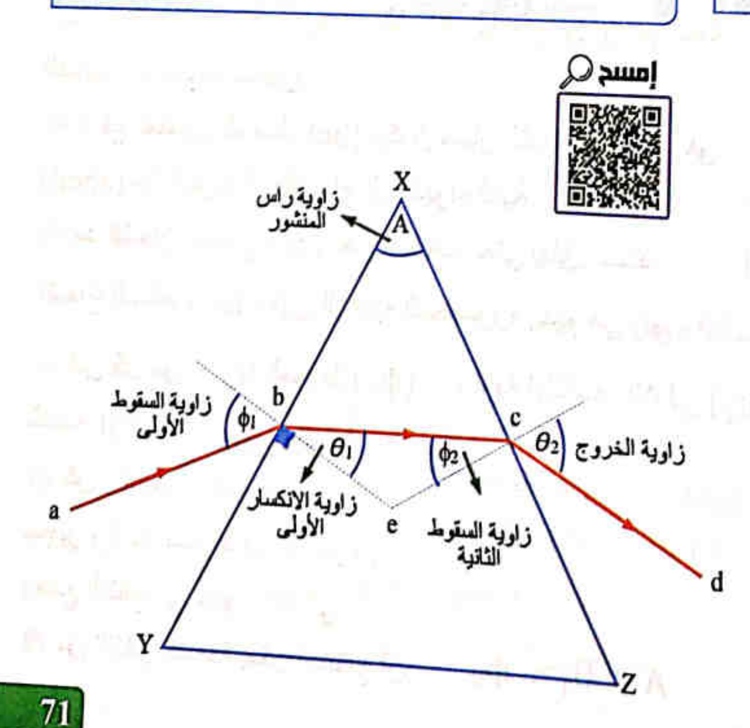
$$A + \hat{e} = 180° \rightarrow (1)$$

∵ مجموع زوايا المثلث (b e c) = $180°$

$$\theta_1 + \phi_2 + \hat{e} = 180° \rightarrow (2)$$

من (1) , (2) نجد أن :

$$\therefore A = \theta_1 + \phi_2$$



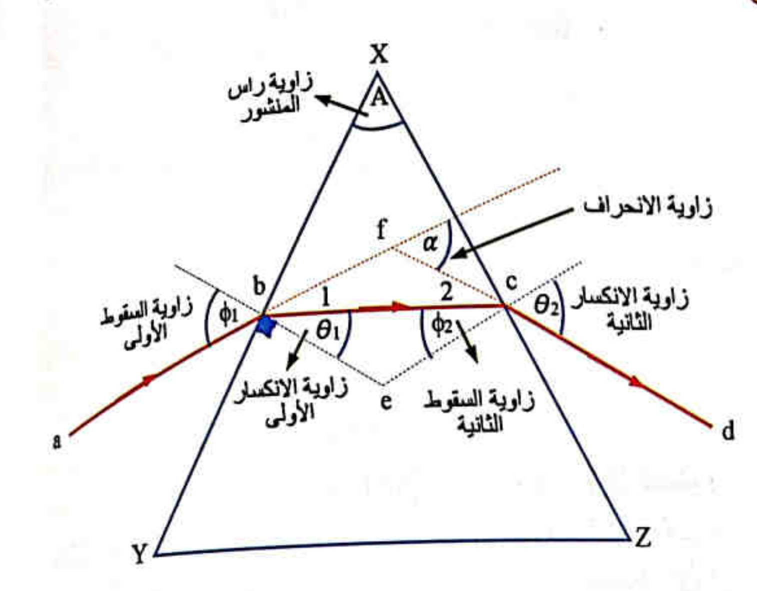
القانون الثانى | العلاقة بين A , ϕ_1 , θ_2 , α

∵ زاوية الانحراف (α) خارجة عن المثلث (f b c)

$$\therefore \alpha = \hat{1} + \hat{2} \rightarrow (1)$$

$$\because \hat{1} = \hat{\phi}_1 - \hat{\theta}_1 \rightarrow (2)$$

$$\because \hat{2} = \hat{\theta}_2 - \hat{\phi}_2 \rightarrow (3)$$



بالتعويض من (2) , (3) في (1)

$$\alpha = \phi_1 - \theta_1 + \theta_2 - \phi_2$$

$$\alpha = \phi_1 + \theta_2 - (\theta_1 + \phi_2)$$

$$\because A = \theta_1 + \phi_2$$

$$\therefore \alpha = \phi_1 + \theta_2 - A$$

تجربة عملية لتعيين مسار شعاع ضوئي خلال منشور ثلاثي من الزجاج واثبات قوانين المنشور

◀ **الأدوات :** منشور ثلاثي من الزجاج زاوية رأسه 60° - مسطرة - منقلة - دبابيس

◀ **خطوات العمل:**

❶ ضع المنشور على ورقة بيضاء وحدد قاعدته المثلثة، ثم ابعد المنشور، وارسم خطاً مائلاً على أحد الأوجه (ab) يمثل شعاعاً ساقطاً بزاوية سقوط معينة، ثم ضع المنشور في موضعه ثم انظر الجانب المقابل وحدد موضع الشعاع الخارج (cd) بواسطة الدبابيس أو بحافة مسطرة.

❷ ارفع المنشور ثم صل (bc) فيكون مسار الشعاع الضوئي هو (abcd) من الهواء إلى الزجاج إلى الهواء ثانية.

❸ مد الشعاع الخارج (cd) على استقامته حتى يقابل امتداد الشعاع الساقط (ab) فتكون الزاوية المحصورة بينهم هي **زاوية الانحراف** (α) .

❺ قس كل من: زاوية السقوط (ϕ_1) , وزاوية الانكسار الأولى (θ_1) , وزاوية السقوط الثانية (ϕ_2) وزاوية الانكسار الثانية {زاوية الخروج (ϕ_2) }

❻ كرر العمل السابق عدة مرات بتغيير زاوية السقوط في كل مرة , وضع النتائج في جدول كالتالي:

زاوية راس المنشور (A)	زاوية السقوط الأولى (ϕ_1)	زاوية الإنكسار (θ_1)	زاوية السقوط الداخلية (ϕ_2)	زاوية الخروج (θ_2)	زاوية الإنحراف (α)

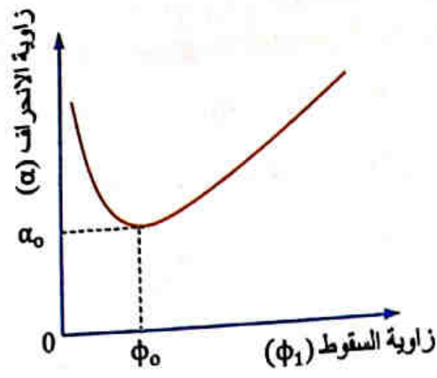
❼ من النتائج السابقة يمكن استنتاج أن: $A = \theta_1 + \phi_2$

$$\therefore \alpha = \phi_1 + \theta_2 - A$$



العلاقة بين زاوية السقوط (ϕ_1) وزاوية الانحراف (α)

من العلاقة: $\alpha = \phi_1 + \theta_2 - A$



* زاوية الانحراف (α) تتناقص تدريجياً بزيادة زاوية السقوط (ϕ_1) ، حتى تصل زاوية الانحراف قيمة معينة (α_o) تعرف **بالنهاية الصغرى للانحراف** { وذلك عند زاوية سقوط معينة (ϕ_o) }.
* بعد هذا الوضع تزداد زاوية الانحراف بزيادة زاوية السقوط.

شروط وضع النهاية الصغرى

* وضع النهاية الصغرى للانحراف هو الوضع الذي تكون فيه زاوية الانحراف أقل ما يمكن ويتميز بالآتي:

1. زاوية السقوط (ϕ_1) = زاوية الخروج (θ_2) .
2. زاوية الانكسار الأولى (θ_1) = زاوية السقوط الثانية (ϕ_2) .

خواص وضع النهاية الصغرى للانحراف

1. زاوية الانحراف (α) أصغر ما يمكن.
2. الشعاع المنكسر داخل المنشور متساوي الاضلاع يكون موازياً للقاعدة.
3. يتحلل الضوء الأبيض إلى ألوان الطيف عند مروره خلال المنشور في هذا الوضع.

استنتاج قانون وضع النهاية الصغرى للانحراف (معامل انكسار مادة المنشور في وضع النهاية الصغرى للانحراف)

$\because \alpha = \phi_1 + \theta_2 - A$ ← ولكن → $\because \phi_1 = \theta_2 = \phi_o$

$\therefore \alpha_o = \phi_o + \phi_o - A = 2\phi_o - A$ → $\therefore \phi_o = \dfrac{\alpha_o + A}{2}$ → (1)

$\because A = \theta_1 + \phi_2$ ← ولكن → $\theta_1 = \phi_2 = \theta_o$

$\therefore A = \theta_o + \theta_o = 2\theta_o$ → $\theta_o = \dfrac{A}{2}$ → (2)

من العلاقة (1) ، (2)

$$\because n = \frac{\sin\phi_o}{\sin\theta_o} \rightarrow \therefore n = \frac{\sin\left(\frac{\alpha_o + A}{2}\right)}{\sin\left(\frac{A}{2}\right)}$$

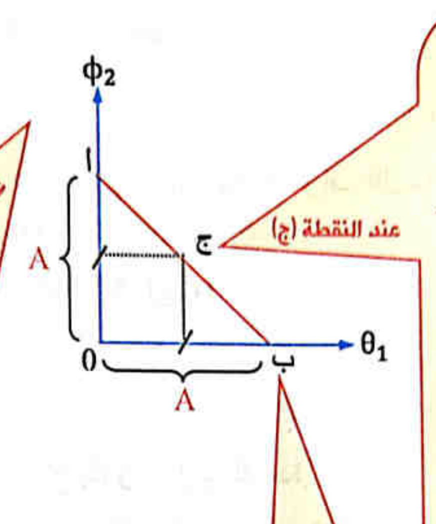


1. **من العلاقة السابقة :** $\because$ A ثابتة $\therefore$ زاوية النهاية الصغرى للانحراف (α_o) تتوقف على معامل مادة المنشور لكل لون (n) **أي أن :** زاوية النهاية الصغرى للانحراف تزداد بزيادة معامل الانكسار والعكس.
2. **علاقة زاوية الانحراف (α_o) بالطول الموجي (λ) :** كلما قل الطول الموجي يزداد معامل الانكسار (معامل الانكسار يتناسب عكسياً مع الطول الموجي) فتزداد زاوية الانحراف **أي أن :** زاوية النهاية الصغرى للانحراف تزداد بنقص الطول الموجي والعكس .

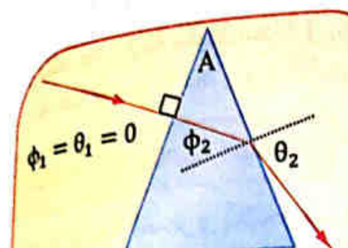
علاقة زاوية الانكسار الأولى (θ_1) بزاوية السقوط الثانية (ϕ_2)

من العلاقة: $A = \theta_1 + \phi_2$

∵ A ثابتة ∴ العلاقة بين θ_1 , ϕ_2 تناقصية, فيمكن تمثيل العلاقة كما بالشكل:



عند النقطة (أ)



الشعاع الساقط عمودى على الوجه

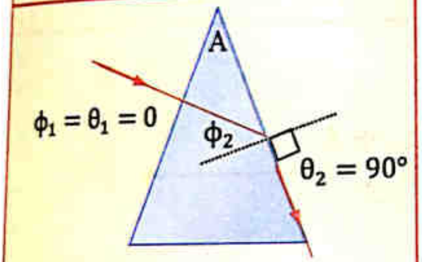
$\therefore \phi_1 = \theta_1 = 0$

$\therefore A = \phi_2$

$\alpha = \theta_2 - A$

لاحظ أن:

زاوية الانحراف خارج المنشور جهة الخروج



الشعاع الساقط عمودى على الوجه،
والشعاع الخارج مماس للوجه الأخر

$\therefore \phi_1 = \theta_1 = 0$

$\therefore A = \phi_2 = \phi_c$

$\alpha = \theta_2 - A$

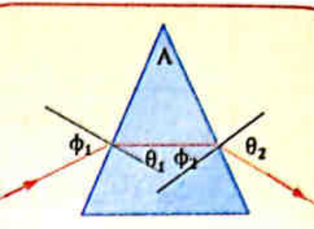
, زاوية الخروج = 90°

وتكون $\phi_2 = \phi_c$ للزجاج

لاحظ أن:

زاوية الانحراف خارج المنشور جهة الخروج

عند النقطة (ج)



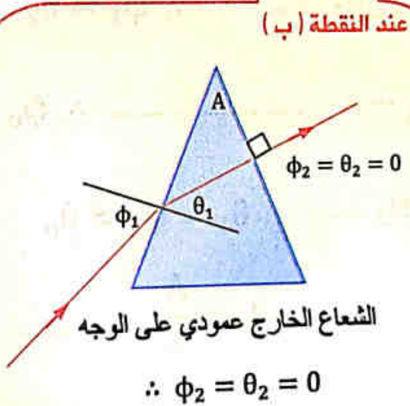
(وضع النهاية الصغرى للانحراف)

$\varphi_1 = \theta_2 = \varphi_0$

$\theta_1 = \varphi_2 = \theta_0$

$$\therefore n = \frac{\sin\left(\frac{\alpha_0 + A}{2}\right)}{\sin\left(\frac{A}{2}\right)}$$

عند النقطة (ب)



الشعاع الخارج عمودي على الوجه

$\therefore \phi_2 = \theta_2 = 0$

$\therefore A = \theta_1$

$\alpha = \phi_1 - A$

لاحظ أن:

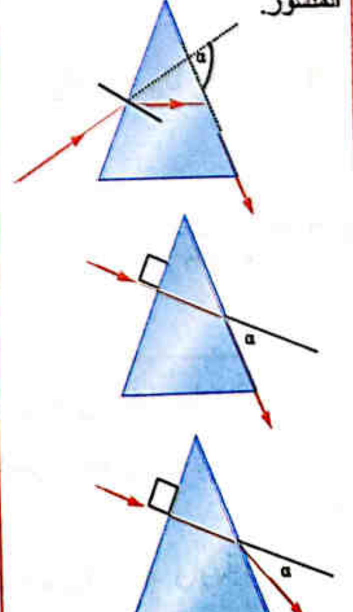
زاوية الانحراف داخل المنشور



تذكر أن

تقع زاوية الانحراف خارج المنشور جهة الخروج.

إذا كان الشعاع الساقط عمودياً على الوجه، أو الخارج مماساً لوجه المنشور.



ما معنى أن ... ؟!

زاوية النهاية الصغرى لانحراف الضوء في منشور ثلاثي = 35°

أي أن أصغر زاوية محصورة بين امتدادي الشعاعين الساقط والخارج = 35°

تفرقة الضوء بواسطة المنشور الثلاثي

- إذا سقطت حزمة ضوء أبيض على منشور ثلاثي مهيأ في وضع النهاية الصغرى للانحراف فإن الضوء الخارج من المنشور يتفرق إلى ألوان الطيف المعروفة.



وذلك لأن:

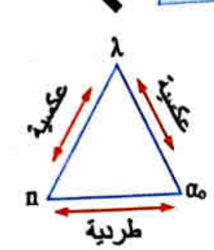
$$n = \frac{\sin\left(\frac{\alpha_0 + A}{2}\right)}{\sin\left(\frac{A}{2}\right)}$$

امسح

ضوء ابيض

احمر
برتقالي
اصفر
اخضر
ازرق
نيلي
بنفسجي

- زاوية رأس المنشور (A) ثابتة فإن تغير معامل الانكسار يتبعه تغير في قيمة زاوية الانكسار , فبزيادة معامل الانكسار تزداد قيمة النهاية الصغرى للانحراف والعكس صحيح .



ونظراً لأن معامل الانكسار يتوقف على الطول الموجي فإن زاوية النهاية الصغرى للانحراف تتوقف بدورها على الطول الموجي.

من الشكل نلاحظ أن: ❶ أشعة الضـــوء الأحمـــر (أكبر طول موجي) أقل الأشعة انحرافا (معامل انكسارها أقل)

❷ وأشعة الضوء البنفسجي (أقل طول موجي) أكثر الأشعة انحرافاً (معامل انكسارها أكبر).

العوامل التي تتوقف عليها زاوية الانحراف في منشور ثلاثي

❶ زاوية رأس المنشور (A) .

❷ معامل انكسار مادة المنشور (n) ، الذي يختلف باختلاف نوع مادة المنشور ولون الضوء الساقط عليه.

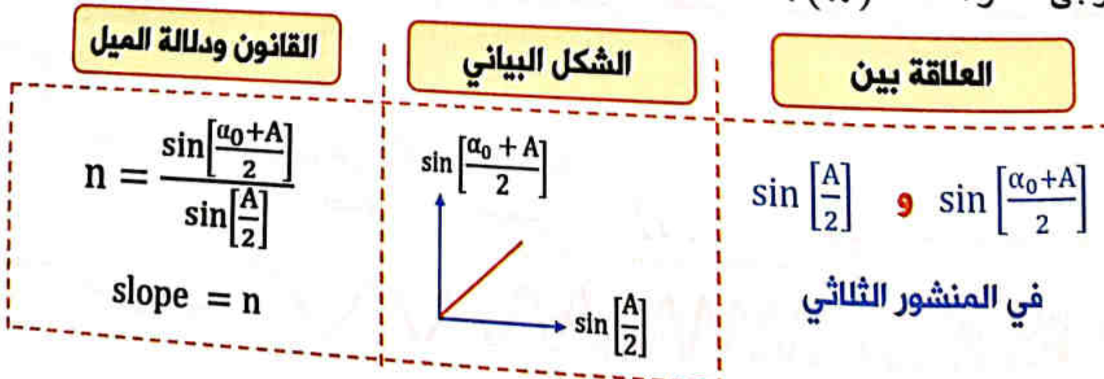
❸ زاوية السقوط (ϕ_1) **حيث:** تقل زاوية الانحراف (α) بزيادة (ϕ_1) إلى أن تصل إلى أقل قيمة لها ثم تزداد بزيادة .(ϕ_1).

العوامل التي تتوقف عليها زاوية النهاية الصغرى للانحراف في منشور ثلاثي

❶ زاوية رأس المنشور (A) .

❷ معامل انكسار مادة المنشور (n) ، الذي يختلف باختلاف نوع مادة المنشور ولون الضوء الساقط عليه.

❸ الطول الموجي للضوء الساقط(λ) .



العلاقة بين	الشكل البياني	القانون ودلالة الميل
$\sin\left[\frac{A}{2}\right]$ و $\sin\left[\frac{\alpha_0+A}{2}\right]$ في المنشور الثلاثي	محور رأسي: $\sin\left[\frac{\alpha_0+A}{2}\right]$، محور أفقي: $\sin\left[\frac{A}{2}\right]$	$n = \frac{\sin\left[\frac{\alpha_0+A}{2}\right]}{\sin\left[\frac{A}{2}\right]}$ slope $= n$

خلي بالك

① **في المنشور الثلاثي تكون دائما زاوية السقوط (ϕ_1) أكبر من زاوية الانكسار (θ_1).** علل ...؟ لأن الضوء ينتقل من الهواء (الأقل كثافة ضوئية) إلى زجاج المنشور (الأكبر كثافة ضوئية) فينكسر مقترباً من العمود المقام.

② **عندما يكون المنشور في وضع النهاية الصغرى للانحراف تكون زاوية الانكسار الأولى (θ_1) = زاوية السقوط الثانية (ϕ_2)** علل ...؟ لأن ($\because n = \frac{\sin\phi_1}{\sin\theta_1} = \frac{\sin\theta_2}{\sin\phi_2}$) وعندما يكون المنشور في وضع النهاية الصغرى للإنحراف فإن زاوية السقوط ϕ_1 = زاوية الخروج θ_2 وبالتالي فإن : $\phi_2 = \theta_1$

③ **يتحلل الضوء الأبيض إلى ألوان الطيف بعد مروره في منشور ثلاثي في وضع النهاية الصغرى.** علل ...؟

لأنه في وضع النهاية الصغرى $n = \frac{\sin\left(\frac{\alpha_0 + A}{2}\right)}{\sin\left(\frac{A}{2}\right)}$ ، $\therefore \alpha_0$ تتوقف على n , وحيث أن لكل لون طول موجي فيكون لكل لون معامل انكسار ، وبالتالي يكون لكل لون زاوية انحراف , فتتفرق الأشعة بزوايا مختلفة .

④ **لا يعمل متوازي المستطيلات على تحليل الضوء.** علل ... ؟ لأنه يعمل كمنشورين معكوسين متماثلين يلغي أحدهما تفريق الألوان الحادث بالمنشور الآخر.

⑤ **عند تفريق الضوء الأبيض بواسطة المنشور الثلاثي إلى ألوان الطيف يكون الضوء الأحمر أقلها انحرافا بينما الضوء البنفسجي أكبرها انحرافا.** علل ...؟ لأن الضوء الأحمر يكون الطول الموجي له كبير فيكون معامل انكسار مادة المنشور له صغير وبالتالي تكون زاوية انحرافه صغيرة بينما الضوء البنفسجي يكون الطول الموجي له صغير فيكون معامل انكسار مادة المنشور له كبير وبالتالي تكون زاوية انحرافه كبيرة.

⑥ **زاوية انحراف اللون الأزرق أكبر من زاوية انحراف اللون الأحمر .** علل ...؟

حيث: $\lambda_{\text{أحمر}} > \lambda_{\text{أزرق}}$ فيكون $n_{\text{أحمر}} < n_{\text{أزرق}}$ وبالتالي تكون $\alpha_{0\,\text{أحمر}} < \alpha_{0\,\text{أزرق}}$

ماذا يحدث ...؟

1) **عند تساوي زاوية السقوط لشعاع ضوئي على وجه منشور مع زاوية الخروج.**

جـ: يكون المنشور في وضع النهاية الصغرى للانحراف وتكون زاوية الانكسار الأولى = زاوية السقوط الثانية.

2) **سقوط حزمة ضوء أبيض على منشور ثلاثي في وضع النهاية الصغرى للانحراف.**

جـ: يتفرق الضوء الأبيض إلى ألوان الطيف السبعة (أحمر - برتقالي - أصفر - أخضر- أزرق – نيلي - بنفسجي)

ملاحظة ... !!

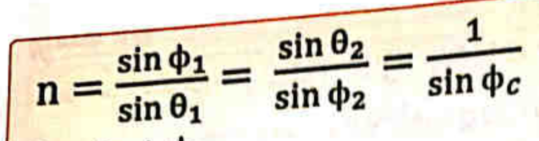
ترتيب ألوان الطيف حسب الطول الموجي من الأكبر إلى الأصغر.

(أحمر - برتقالي - أصفر - أخضر - أزرق - نيلي - بنفسجي)

أكبر طول موجي
أقل تردد

أقل طول موجي
أكبر تردد





❶ لحساب معامل الانكسار للمنشور الثلاثي :

$$n = \frac{\sin\phi_1}{\sin\theta_1} = \frac{\sin\theta_2}{\sin\phi_2} = \frac{1}{\sin\phi_c}$$

❷ لحساب زاوية راس المنشور الثلاثي :

$$A = \theta_1 + \phi_2$$

❸ لحساب زاوية الانحراف في المنشور الثلاثي

$$\alpha = \phi_1 + \theta_2 - A$$

في حالة وضع النهاية الصغرى للانحراف

❶ معامل انكسار مادة المنشور في وضع النهاية الصغرى للانحراف

$$n = \frac{\sin\left(\frac{\alpha_0+A}{2}\right)}{\sin\left(\frac{A}{2}\right)}$$

❷ لحساب زاوية الانحراف في المنشور الثلاثي

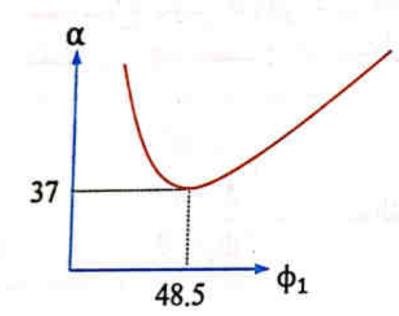
$$\alpha_o = 2\phi_o - A$$

❸ اذا وضع المنشور في سائل :

$$_{\text{سائل}}n_{\text{منشور}} = \frac{n_{\text{منشور}}}{n_{\text{سائل}}} = \frac{\sin\left(\frac{\alpha_0+A}{2}\right)}{\sin\left(\frac{A}{2}\right)}$$

مثال 1

الرسم البياني المقابل يوضح العلاقة بين زوايا سقوط شعاع ضوئي (ϕ_1) على أحد أوجه منشور ثلاثي وزوايا الانحراف (α) لهذا الشعاع ، من القيم الموضحة على الرسم احسب: ❶ زاوية خروج الشعاع .
❷ زاوية رأس المنشور.
❸ معامل انكسار مادة المنشور.



المعطيات

$\phi_1 = 48.5°$
$\alpha_0 = 37°$

الإجابة

❶ عند وضع النهاية الصغرى للانحراف تكون:

$$\theta_2 = \phi_1 = \phi_o = 48.5°$$

❷ $\because \alpha_o = 2\phi_o - A \quad \therefore 37 = 2 \times 48.5 - A \quad \therefore A = 60°$

❸ $n = \frac{\sin\left[\frac{\alpha_0+A}{2}\right]}{\sin\left[\frac{A}{2}\right]} = \frac{\sin 48.5}{\sin 30} = 1.5$

مثال 2

سقط شعاع ضوئي على منشور ثلاثي زاوية رأسه $60°$ بزاوية سقوط $60°$, فإذا علمت أن معامل الانكسار المطلق لمادة المنشور $\sqrt{3}$ ، اوجد كل من : زاوية الخروج وزاوية الانحراف.

الإجابة

المعطيات

$A = 60°$

$\phi_1 = 60°$

$n = \sqrt{3}$

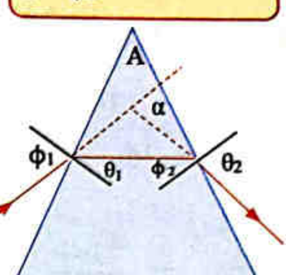
$n = \frac{\sin\phi_1}{\sin\theta_1} \quad \therefore \sin\theta_1 = \frac{\sin\phi_1}{n} = \frac{\sin 60}{\sqrt{3}} = 0.5 \quad \therefore \theta_1 = 30°$

$\because A = \theta_1 + \phi_2 \quad \rightarrow \quad \phi_2 = A - \theta_1 \quad \rightarrow \quad \phi_2 = 60 - 30 = 30°$

∴ المنشور في وضع النهاية الصغرى لأن $\theta_1 = \phi_2$

$\therefore \theta_2 = \phi_1 = 60°$

$\therefore \alpha = \phi_1 + \theta_2 - A = 60 + 60 - 60 = 60°$



مثال 3

سقط شعاع ضوئي عمودي على أحد أوجه منشور ثلاثي من الزجاج فخرج مماساً للوجه الآخر ، فإذا كانت زاوية رأس المنشور $45°$ ، احسب : ① معامل انكسار الزجاج . ② سرعة الضوء في الزجاج.

الإجابة

المعطيات

$A = 45°$

$\phi_1 = 0$

الشعاع الساقط عمودي على الوجه

$\therefore \phi_1 = \theta_1 = 0$

$\therefore \phi_2 = A \qquad \therefore \phi_2 = 45°$

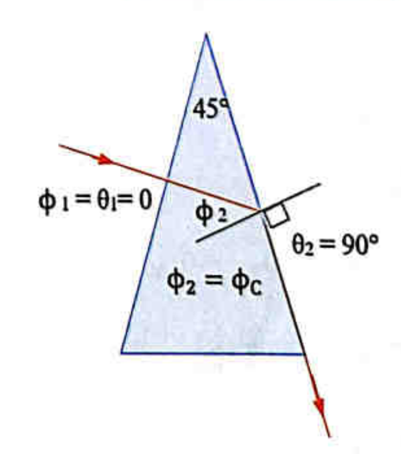
الشعاع الخارج مماساً للوجه $\quad \therefore \theta_2 = 90°$

$\phi_2 = \phi_C = 45°$

① $\therefore n = \frac{1}{\sin\phi_C} = \frac{1}{\sin 45} = \sqrt{2}$

$n = \frac{c}{V}$

② $V = \frac{C}{n} = \frac{3\times10^8}{\sqrt{2}} = 2.12\times10^8\ m/s$





مثال 4

منشور ثلاثي متساوي الأضلاع معامل انكسار مادته $\sqrt{2}$ احسب أصغر زاوية انحراف لشعاع ضوئي يمر خلال المنشور وكم تصبح هذه الزاوية عند غمره في سائل معامل انكساره 1.25

المعطيات

$A = 60^\circ$

$n_{منشور} = \sqrt{2}$

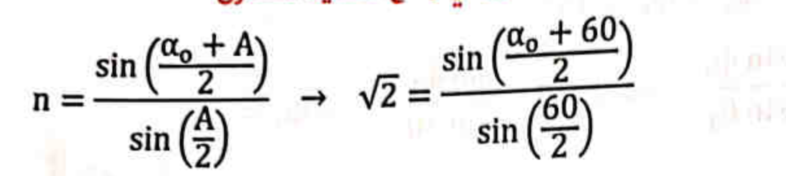
$n_{سائل} = 1.25$

الإجابة

المنشور متساوي الأضلاع $\therefore A = 60^\circ$

عندما يكون المنشور في الهواء

لحساب اصغر زاوية انحراف لابد من أن : **المنشور في وضع النهاية الصغرى**



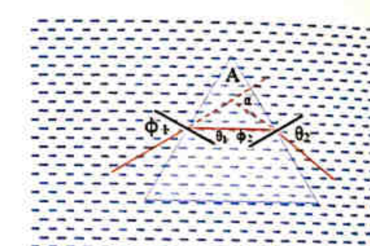
$$n = \frac{\sin\left(\frac{\alpha_o + A}{2}\right)}{\sin\left(\frac{A}{2}\right)} \rightarrow \sqrt{2} = \frac{\sin\left(\frac{\alpha_o + 60}{2}\right)}{\sin\left(\frac{60}{2}\right)}$$

$$\sin\left(\frac{\alpha_o + 60}{2}\right) = \sqrt{2}\sin 30 \qquad \therefore \sin\left(\frac{\alpha_o + 60}{2}\right) = 0.707$$

$$\left(\frac{\alpha_o + 60}{2}\right) = \sin^{-1}(0.707) \qquad \therefore \alpha_o = 30^\circ$$

عند غمر المنشور في السائل

$${}_{سائل}n_{زجاج} = \frac{n_{زجاج}}{n_{سائل}} = \frac{\sqrt{2}}{1.25} = 1.13$$



$$n = \frac{\sin\left(\frac{\alpha_o + A}{2}\right)}{\sin\left(\frac{A}{2}\right)} \rightarrow 1.13 = \frac{\sin\left(\frac{\alpha_o + 60}{2}\right)}{\sin\left(\frac{60}{2}\right)}$$

$$\sin\left(\frac{\alpha_o + 60}{2}\right) = 1.13\sin 30 \qquad \sin\left(\frac{\alpha_o + 60}{2}\right) = 0.565$$

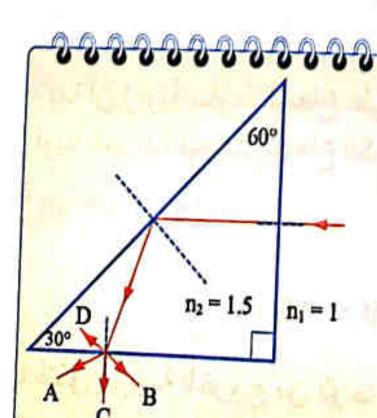
$$\left(\frac{\alpha_o + 60}{2}\right) = \sin^{-1}(0.565) = 34.4^\circ \qquad \therefore \alpha_o = 8.8^\circ$$

فكر وجاوب

اختر:

وفقا لقوانين المنشور من الممكن أن يخرج الشعاع الخارج ماراً بالنقطة ....

(أ) A (ب) B (ج) C (د) D







مثال 5

ما قيمة أصغر زاوية سقوط لشعاع ضوئي على أحد وجهي منشور ثلاثي بحيث تسمح لهذا الشعاع بالنفاذ من الوجه الثاني علماً بأن زاوية رأس المنشور $75°$, ومعامل انكسار مادته $\sqrt{2}$

المعطيات

$A = 75°$

$n = \sqrt{2}$

الإجابة

ملحوظة هامة: أصغر زاوية سقوط لابد وأن يقابلها أكبر زاوية خروج ، أي $\theta_2 = 90°$

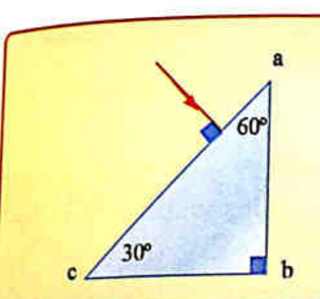
أي الشعاع الخارج مماساً للوجه، فيكون $\phi_2 = \phi_c$

$$\sin\phi_c = \frac{1}{n} = \frac{1}{\sqrt{2}} \Rightarrow \phi_c = 45° \qquad \phi_2 = \phi_c = 45°$$

$$\theta_1 = A - \phi_2 = 75 - 45 = 30° \quad \because n = \frac{\sin\phi_1}{\sin\theta_1} \Rightarrow \therefore \sqrt{2} = \frac{\sin\phi_1}{\sin 30} \quad \therefore \phi_1 = 45°$$

مثال 6

منشور ثلاثي إحدى زواياه قائمة والثانية $30°$ ومعامل انكسار مادته 1.5 سقط شعاع ضوئي عموديا على وجه المنشور المقابل للزاوية القائمة كما بالرسم.



❶ أوجد قيمة الزاوية الحرجة لزجاج المنشور.

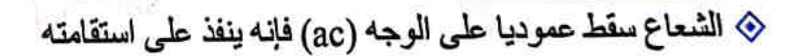
❷ ارسم مسار الشعاع الضوئي حتى خروجه من المنشور.

❸ أوجد قيمة زاوية خروج الشعاع الضوئي.

المعطيات

$n = 1.5$

الإجابة



◈ الشعاع سقط عموديا على الوجه (ac) فإنه ينفذ على استقامته

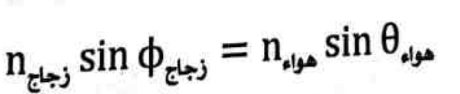
❶ نحسب قيمة الزاوية الحرجة

$$\text{Sin}\,\phi_c = \frac{1}{n} = \frac{1}{1.5} \Rightarrow \phi_c = 41.8°$$

❷ بما أن زاوية سقوط الشعاع على الوجه (ab) = $60°$ وهي أكبر من الزاوية الحرجة فينعكس الشعاع انعكاساً كليا وتكون زاوية السقوط = زاوية الإنعكاس = $60°$.

◈ بما أن زاوية سقوط الشعاع على الوجه (cb) = $30°$ وهي أقل من الزاوية الحرجة فيحدث للشعاع انكسار.

❸ وبتطبيق قانون سنل :



$$n_{\text{زجاج}} \sin\phi_{\text{زجاج}} = n_{\text{هواء}} \sin\theta_{\text{هواء}}$$

$$1.5 \times \sin 30 = 1 \times \sin\theta \Rightarrow \therefore \theta = 48.6°$$

◈ فتكون زاوية الخروج من الوجه (cb) = $48.6°$

مثال 7

سقط شعاع ضوئي على أحد وجهي منشور ثلاثي زاوية رأسه 30° , ومعامل انكسار مادته 1.56 ,فخرج عمودياً على الوجه الآخر ، احسب زاوية السقوط على الوجه الأول ، وما هي زاوية انحراف الشعاع .

المعطيات

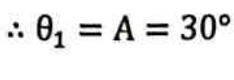
$A = 30°$

$n = 1.56$

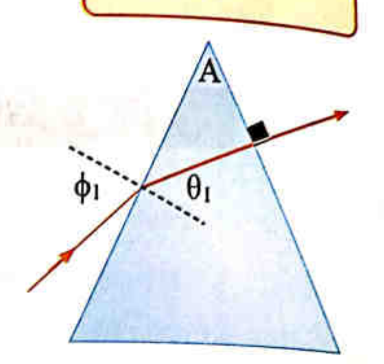
الإجابة

الشعاع الخارج عمودياً

$$\therefore \phi_2 = \theta_2 = 0°$$



$$\therefore \theta_1 = A = 30°$$



$$n = \frac{\sin\phi_1}{\sin\theta_1} \rightarrow 1.56 = \frac{\sin\phi_1}{\sin 30}$$

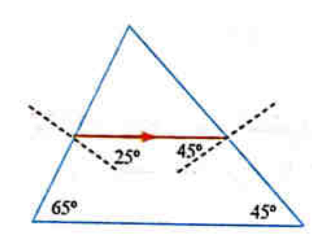
$$\therefore \phi_1 = \sin^{-1}(1.56\sin 30) = 51.26°$$

$$\because \alpha = \phi_1 + \theta_2 - A$$

$$\therefore \alpha = 51.26 + 0 - 30 = 21.26°$$



مثال 8



في الشكل الموضح بالرسم (n = 1.5) أوجد قيمة :

1. زاوية السقوط .
2. زاوية رأس المنشور .
3. مسار الأشعة خارج وداخل المنشور.
4. زاوية الخروج .

المعطيات

$n = 1.5$

الإجابة

1. $\because n = \frac{\sin\phi_1}{\sin\theta_1} \quad \therefore \sin\phi_1 = n\sin\theta_1 = 1.5\sin 25$

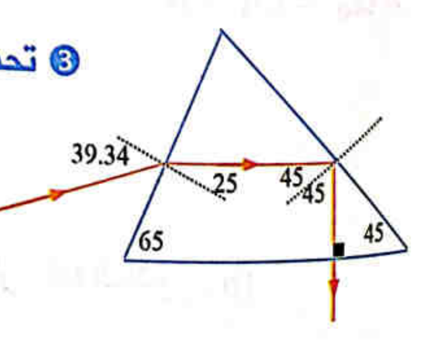
∴ زاوية السقوط $\phi_1 = 39.34°$

2. زاوية رأس المنشور $\because A = \theta_1 + \phi_2 \quad \therefore A = 25 + 45 = 70°$

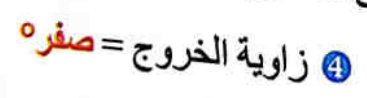
3. تحديد مسار الأشعة نوجد ϕ_C

$$\because \sin\phi_C = \frac{1}{n} = \frac{1}{1.5}$$

$$\phi_c = 41.81°$$



الشعاع يسقط على الوجه الثاني بزاوية سقوط $45° > \phi_c$ لمادة المنشور , فينعكس كلياً على هذا الوجه ليسقط على الوجه الثالث بزاوية سقوط = صفر , فيخرج دون انكسار



4. زاوية الخروج = صفر°

المنشور الرقيق

المنشور الرقيق

هو منشور ثلاثي من الزجاج زاوية رأسه صغيرة لا تتجاوز عشر درجات، ويكون دائماً في وضع النهاية الصغرى للانحراف



1. زاوية الانحراف
2. الانفراج الزاوى
3. قوة التفريق اللونى

وفيما يلى سنتناول كل منهم بالتفصيل:

1 زاوية الانحراف

استنتاج قانون زاوية الانحراف في المنشور الرقيق

∵ ❶ المنشور الرقيق دائما في وضع النهاية الصغرى للانحراف

$$\therefore n = \frac{\sin\left[\frac{\alpha_0 + A}{2}\right]}{\sin\left[\frac{A}{2}\right]}$$

∵ ❷ زاوية رأس المنشور وزاوية الانحراف زوايا صغيرة جداً.
∴ جيب هذه الزاوية = قيمتها بالتقدير الدائري.

$$\therefore \sin\left[\frac{A}{2}\right] = \left[\frac{A}{2}\right] \qquad \therefore \sin\left[\frac{\alpha_0 + A}{2}\right] = \left[\frac{\alpha_0 + A}{2}\right]$$

$$n = \frac{\left[\frac{\alpha_0 + A}{2}\right]}{\left[\frac{A}{2}\right]} \Rightarrow \therefore n = \frac{\alpha_0 + A}{A} \Rightarrow \therefore nA = \alpha_0 + A$$

$$\therefore \alpha_0 = nA - A \Rightarrow \boxed{\therefore \alpha_0 = A(n-1)}$$

العوامل التي يتوقف عليها زاوية الانحراف في المنشور الرقيق

♦ من العلاقة السابقة نجد أن زاوية الانحراف (α_0) في المنشور الرقيق تتوقف على:

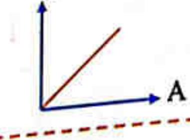
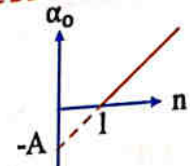
❶ زاوية رأس المنشور (A).

❷ معامل انكسار مادة المنشور (n) .

ملاحظة ... !!

لا تتوقف زاوية الانحراف في المنشور الرقيق على زاوية السقوط لأنه دائما في وضع النهاية الصغرى للانحراف.



العلاقة بين	الشكل البياني	القانون ودلالة الميل
زاوية رأس المنشور (A) لأكثر من منشور رقيق وزاوية الانحراف(α_o) (علاقة طردية)		$\alpha_o = A(n-1)$ $Slope = \frac{\Delta\alpha_o}{\Delta A} = n-1$
معامل انكسار مادته (n) وزاوية الانحراف(α_o) (علاقة طردية)		$\alpha_o = An - A$ $Slope = \frac{\Delta\alpha_o}{\Delta n} = A$
زاوية الانحراف (α_o) و (n-1) (علاقة طردية)	α_o ، (n-1)	$\alpha_o = A(n-1)$ $Slope = \frac{\Delta\alpha_o}{n-1} = A$
زاوية الانحراف (α_o) ومعامل الانكسار (n) (علاقة طردية)	n ، 1 ، α_o	$\alpha_o = A(n-1)$ $Slope = \frac{\Delta n}{\Delta\alpha_o} = \frac{1}{A}$

ملاحظات لحل المسائل (2)

1. لحساب زاوية الانحراف في المنشور الرقيق: $\alpha_o = A(n-1)$
2. إذا وضع المنشور الرقيق في سائل يكون: $\alpha_o = A({}_1n_2 - 1) = A\left[\frac{n_2 \text{ زجاج}}{n_1 \text{ سائل}} - 1\right]$
3. إذا وضع منشوران متقابلان وكان: أ) رأساهما في جهة واحدة فتكون $\alpha_T = \alpha_{o1} + \alpha_{o2}$

   ب) رأساهما متعاكسين فتكون $\alpha_T = \alpha_{o1} - \alpha_{o2}$

مثال 1

منشور رقيق يحرف الأشعة الساقطة عليه بمقدار 5^o فإذا كانت زاوية رأسه $= 10^o$ فاحسب معامل انكسار مادته.

المعطيات

$A = 10^o$

$\alpha_o = 5^o$

الإجابة

$\because \alpha_o = A(n-1) \quad \therefore 5 = 10(n-1) \therefore n = 1.5$



مثال 2

احسب زاوية رأس منشور رقيق معامل انكسار مادته 1.8 عند غمره في سائل فإنه يحرف الأشعة الساقطة عليه من السائل بزاوية قدرها 2^o علما بأن معامل انكسار السائل 1.36

المعطيات

$n_{زجاج} = 1.8$

$n_{سائل} = 1.36$

$\alpha_o = 2^o$

الإجابة

$$\alpha_o = A\left[\frac{n_{2\,زجاج}}{n_{1\,سائل}} - 1\right]$$

$$2 = A\left[\frac{1.8}{1.36} - 1\right] \Rightarrow \therefore A = 6.18^o$$

مثال 3

منشوران رقيقان زاوية رأس الأول 6 درجة وزاوية رأس الثاني 4 درجة اذا جعلا متجاوران ورأسيهما في جهة واحدة انحرف الشعاع الساقط عليهما بزاوية قدرها 3 درجة وإذا جعلا معكوسين الوضع انحرف الشعاع الساقط عليهما بزاوية قدرها 1 درجة اوجد معامل الانكسار لكل من المنشورين.

المعطيات

$A_1 = 6^o$

$A_2 = 4^o$

$\alpha_{T1} = 3^o$

$\alpha_{T2} = 1^o$

الإجابة

$$\alpha_{o1} = A_1(n_1 - 1) \Rightarrow \alpha_{o1} = 6(n_1 - 1)$$

$$\alpha_{o2} = A_2(n_2 - 1) \Rightarrow \alpha_{o2} = 4(n_2 - 1)$$

- إذا جعلا المنشوران متجاوران ورأسيهما في جهة واحدة.

$$\alpha_{T1} = \alpha_{o1} + \alpha_{o2}$$

$$3 = 6(n_1 - 1) + 4(n_2 - 1)$$

$$3 = 6n_1 - 6 + 4n_2 - 4 \Rightarrow 13 = 6n_1 + 4n_2 \longrightarrow (1)$$

- إذا جعلا المنشوران متجاوران ورأسيهما في اتجاهين متعاكسين.

$$\alpha_{T1} = \alpha_{o1} - \alpha_{o2}$$

$$1 = 6(n_1 - 1) - 4(n_2 - 1)$$

$$1 = 6n_1 - 6 - 4n_2 + 4 \Rightarrow 3 = 6n_1 - 4n_2 \longrightarrow (2)$$

- بجمع المعادلتين (1) ، (2)

$$13 = 6n_1 + 4n_2$$

$$3 = 6n_1 - 4n_2$$

$$16 = 12n_1 \Rightarrow \therefore n_1 = 1.33$$

- بالتعويض في المعادلة (1)

$$\therefore n_2 = 1.25$$

الانفراج الزاوي بين الشعاعين الأحمر والأزرق :

عند سقوط ضوء أبيض على منشور رقيق فإنه يخرج متفرقاً إلى الوان الطيف السبعة ، حيث لكل لون زاوية انحراف معينه
∴ زاوية انحراف اللونين الأزرق والأحمر على الترتيب

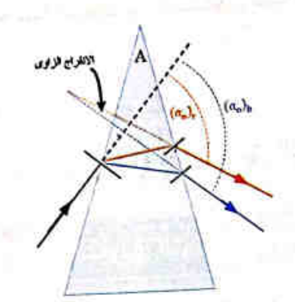
$$(\alpha_o)_b = A(n_b - 1)$$

$$(\alpha_o)_r = A(n_r - 1)$$

حيث: n_r ، n_b معاملي انكسار مادة المنشور للونين الأزرق والأحمر على الترتيب، حيث $n_r < n_b$ ، فتكون $\alpha_r < \alpha_b$

∴ الزاوية بينهما تعرف بالانفراج الزاوي بين الشعاعين الأزرق والأحمر، وتتعين من:

$$(\alpha_o)_b - (\alpha_o)_r = A(n_b - n_r)$$



الانفراج الزاوي بين اللونين (الأزرق والأحمر)

الزاوية المحصورة بين امتدادي الشعاعين الأزرق والأحمر عند خروجهما من المنشور.

العوامل التي يتوقف عليها الانفراج الزاوي في المنشور الرقيق

♦ **من العلاقة السابقة نجد أن الانفراج الزاوي في المنشور الرقيق يتوقف على:**

❶ زاوية رأس المنشور (A). ❷ معامل انكسار مادة المنشور لكل من اللونين الأزرق والأحمر (n_r ، n_b).

ما معنى أن ... ؟!

1) **الانفراج الزاوي في منشور رقيق = 0.2°**
معنى ذلك أن الفرق بين زاويتي انحراف المنشور للشعاعين الأزرق والأحمر = 0.2° [أي أن $(\alpha_o)_b - (\alpha_o)_r = 0.2°$]
2) **الانفراج الزاوي بين اللونين الأزرق والأحمر = 3°**
معنى ذلك أن الزاوية المحصورة بين امتدادي الشعاعين الأزرق والأحمر بعد خروجهما من المنشور = 3°

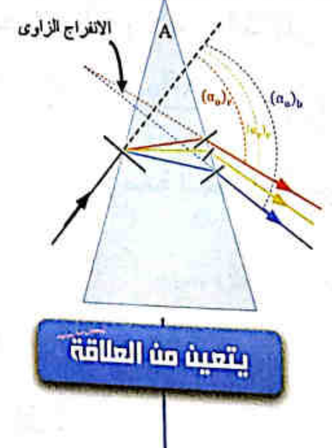
- اللون الأصفر هو اللون المتوسط بين الأزرق والأحمر، وبالتالي معامل انكساره يكون متوسط معاملي انكسار مادة المنشور للونين الأزرق والأحمر.

الانحراف المتوسط (α_y)

زاوية انحراف الضوء الأصفر الخارج من المنشور الرقيق.

$$(\alpha_o)_y = A(n_y - 1)$$

$$(\alpha_o)_y = \frac{(\alpha_o)_b + (\alpha_o)_r}{2}$$



يتعين من العلاقة

معامل الانكسار المتوسط لمنشور (n_y)

متوسط معاملى انكسار اللونين الأزرق والأحمر.

$$n_y = \frac{n_b + n_r}{2}$$

3 قوة التفريق اللوني (ω_α)

❶ الانفراج الزاوي بين الشعاعين الأزرق والأحمر يمكن تعيينه من المعادلة:

$$(\alpha_o)_b - (\alpha_o)_r = A(n_b - n_r)$$

❷ إذا اعتبرنا الضوء الأصفر هو الذي يتوسط اللونين الأزرق والأحمر فإنه يمكن تعيين زاوية انحرافه في المنشور الرقيق (والذي يسمى الانحراف المتوسط) من المعادلة:

$$(\alpha_o)_y = A(n_y - 1)$$

حيث: n_y معامل انكسار مادة المنشور للضوء الأصفر

بقسمة المعادلتين السابقتين نجد أن:

$$\frac{(\alpha_o)_b - (\alpha_o)_r}{(\alpha_o)_y} = \frac{A(n_b - n_r)}{A(n_y - 1)}$$

$$\therefore \omega_\alpha = \frac{n_b - n_r}{n_y - 1}$$

حيث: (ω_α) قوة التفريق اللوني

قوة التفريق اللوني (ω_α)

النســبة بين الانفراج الزاوي بين الشـــعاعين الأزرق والأحمر وزاوية انحراف الضوء الأصفر.

ما معنى أن ... ؟!

قوة التفريق اللوني لمنشور رقيق = 0.8

معنى ذلك أن النسبة بين الانفراج الزاوي بين الشعاعين الأزرق والأحمر للمنشور وزاوية انحراف الضوء الأصفر = 0.8

العوامل التي يتوقف عليها قوة التفريق اللوني في المنشور الرقيق

♦ **من العلاقة السابقة نجد أن قوة التفريق اللوني في المنشور الرقيق تتوقف على:**

معامل انكسار مادة المنشور الرقيق للألوان الأزرق والأحمر والاصفر (n_y ، n_r ، n_b)

ملاحظة ... !!

1) قوة التفريق اللوني لا تتوقف على زاوية رأس المنشور.
2) قوة التفريق اللوني ليس لها وحدة قياس لأنها نسبة بين كميتين متماثلتين.

ملاحظات لحل المسائل (3)

❶ يمكن تعيين الانحراف المتوسط [زاوية انحراف اللون الأصفر] كالآتي:

$$(\alpha_o)_y = \frac{(\alpha_o)_b + (\alpha_o)_r}{2}$$ أو $$(\alpha_o)_y = A(n_y - 1)$$

❷ يمكن تعيين معامل الانكسار المتوسط [معامل انكسار مادة المنشور للضوء الأصفر] كالآتي:

$$n_y = \frac{n_b + n_r}{2}$$

❸ لحساب الانفراج الزاوي بين الشعاعين الأزرق والأحمر:

$$(\alpha_o)_b - (\alpha_o)_r = A(n_b - n_r)$$

❹ لحساب قوة التفريق اللوني في المنشور الرقيق :

$$\omega_\alpha = \frac{n_b - n_r}{n_y - 1}$$





مثال 1

منشور رقيق معاملات انكساره هي 1.65 للضوء الأزرق ، 1.625 للضوء الأصفر، 1.6 للضوء الأحمر وكانت زاوية راس المنشور 10° أوجد:

❶ الانفراج الزاوي لطيف هذا المنشور ❷ الانحراف المتوسط ❸ قوة التفريق اللونى

المعطيات

$n_b = 1.65$

$n_y = 1.625$

$n_r = 1.6$

$A = 10^\circ$

الإجابة

❶ $\because (\alpha_o)_b - (\alpha_o)_r = A(n_b - n_r) = 10(1.65 - 1.6) = 0.5^\circ$

❷ $\because (\alpha_o)_y = A(n_y - 1) = 10(1.625 - 1) = 6.25^\circ$

❸ $\because \omega_\alpha = \frac{n_b - n_r}{n_y - 1} = \frac{1.65 - 1.6}{1.625 - 1} = 0.08$

مثال 2

منشور رقيق زاوية رأسه 8° ومعامل انكسار مادته للون الأحمر 1.52 وللون الأزرق 1.54 احسب:

❶ زاوية إنحراف كل لون ❷ الانفراج الزاوي بين اللونين ❸ قوة التفريق اللوني للمنشور

المعطيات

$A = 8^\circ$

$n_r = 1.52$

$n_b = 1.54$

الإجابة

❶ $\because (\alpha_o)_b = A(n_b - 1) = 8(1.54 - 1) = 4.32^\circ$

$\because (\alpha_o)_r = A(n_r - 1) = 8(1.52 - 1) = 4.16^\circ$

❷ $\because (\alpha_o)_b - (\alpha_o)_r = 4.32 - 4.16 = 0.16^\circ$

❸ $\because n_y = \frac{n_b + n_r}{2} = \frac{1.54 + 1.52}{2} = 1.53$

$\therefore \omega_\alpha = \frac{n_b - n_r}{n_y - 1} = \frac{1.54 - 1.52}{1.53 - 1} = \frac{0.02}{0.53} = 0.0377$



فكر وجاوب

اختر:

① المقدار $\frac{(\alpha_o)_b - (\alpha_o)_r}{n_b - n_r}$ يمثل ....

Ⓐ ω_α Ⓑ $\frac{A}{2}$ Ⓒ $\frac{1}{A}$ Ⓓ A

② منشوران رقيقان من نفس المادة وزاوية رأس كل منهما 5° و 10° على الترتيب ، النسبة بين قوة التفريق اللوني لكل منهما $\frac{(\omega_{\alpha o})_1}{(\omega_{\alpha o})_2}$ ....

Ⓐ 0.5 Ⓑ 0.6 Ⓒ 1 Ⓓ 2



الفصل الثالث

خواص الموائع المتحركة.

الدرس 1
من بداية الفصل
إلى نهاية السريان

الدرس 2
من بداية اللزوجة
إلى نهاية الفصل

الدرس 1

من	بداية الفصل
إلى	نهاية السريان

الموائع المتحركة:

إمسح

مقدمة

– الموائع نوعان (ساكنة – متحركة)

الموائع المتحركة

يقصد بها تحرك السوائل أو الغازات في الأنابيب.

– للموائع المتحركة عدة خصائص وسنكتفي بدراسة خاصيتين في هذ الفصل هما:

1. السريان
2. اللزوجة

السريان Flow

أنواع سريان المائع

1. السريان الهادئ (طبقي) (مستقر) أو انسيابي
2. السريان المضطرب (دوامي)

1 السريان الهادئ (طبقي) (مستقر) أو انسيابي

– عندما يسرى السائل بحيث تنزلق طبقاته المتجاورة في نعومة ويسر عندها يقال بأن هذا السائل يسرى سرياناً مستقراً أو انسيابياً او هادئاً.

السريان الهادئ (المستقر)

هو سريان المائع في الأنبوبة بسرعات صغيرة بحيث تنزلق طبقاته المتجاورة بطريقة انسيابية ناعمة.

◈ يتميز هذا النوع بأن كل كمية صغيرة من السائل تتبع أو تتخذ مسارا متصلا يسمى خط الانسياب.

خط الإنسياب

هو المسار الذي تتخذه أي كمية من السائل أثناء انتقالها داخل الأنبوبة من طرف إلى طرف آخر.

خصائص خطوط الانسياب

1. خطوط الانسياب وهمية لا تتقاطع
2. المماس لخط الانسياب عند أي نقطة (مثل P) يحدد اتجاه السرعة اللحظية لأى جزء من السائل عند تلك النقطة.
3. تتزاحم خطوط الانسياب في السرعات الكبيرة وتتباعد في السرعات المنخفضة

لأن سرعة سريان السائل عند نقطة تتحدد بكثافة خطوط الانسياب عند تلك النقطة وبالتالى تزداد سرعة المائع عند أي نقطة داخل أنبوبة السريان بزيادة كثافة خطوط الانسياب عند تلك النقطة وتقل بنقص كثافة خطوط الانسياب.

كثافة خطوط الانسياب

هي عدد خطوط الانسياب التي تمر عموديا بوحدة المساحات المحيطة بتلك النقطة.

شروط السريان الهادئ (المستقر) لسائل داخل أنبوبة

1. أن يملأ السائل الأنبوبة تماما
2. أن تكون كمية السائل التي تدخل الأنبوبة عند أحد طرفيها مساوية لكمية السائل التي تخرج من الطرف الآخر في نفس الزمن [لأن السائل غير قابل للانضغاط].
3. ثبوت سرعة السائل عند مروره بنقطة واحدة رغم مرور الزمن.
4. السريان غير دوار أي لا توجد دوامات.
5. لا توجد قوى احتكاك مؤثرة بين طبقات السائل.

إمسح



معدل السريان (الانسياب) ومعادلة الاستمرارية

معدل السريان (الانسياب)

كمية السائل المنسابة خلال أي مقطع من الأنبوبة في وحدة الزمن.

	1 معدل السريان الحجمي	2 معدل السريان الكتلي
التعريف	معدل (الانسياب) السريان الحجمي (Q_v) حجم المائع المنساب خلال أي مقطع معين في الثانية.	معدل (الانسياب) السريان الكتلي (Q_m) كتلة المائع المنساب خلال أي مقطع معين في الثانية.
وحدة القياس	يقاس بوحدة: m^3/s	يقاس بوحدة: Kg/s

حساب قيمتهم عند أي مساحة مقطع

نفرض أن لدينا كمية من السائل كثافتها (ρ) وحجمها (V_{ol}) وكتلتها (m) تسرى بسرعة (V) لتتحرك مسافة قدرها (Δx) في زمن (Δt) خلال مقطع من الانبوبة مساحتة (A) كما بالشكل.



معدل السريان الحجمي:

$$Q_v = \frac{\Delta V_{ol}}{\Delta t}$$

$$\because \Delta V_{ol} = A.\Delta x$$

$$\because \Delta x = v\Delta t$$

$$\therefore Q_v = \frac{Av\Delta t}{\Delta t}$$

$$\therefore Q_v = Av$$

معدل السريان الكتلي:

$$Q_m = \frac{\Delta m}{\Delta t}$$

$$\because \Delta m = \rho \Delta V_{ol} = \rho A \Delta x = \rho A v \Delta t$$

$$\therefore Q_m = \frac{\rho A v \Delta t}{\Delta t}$$

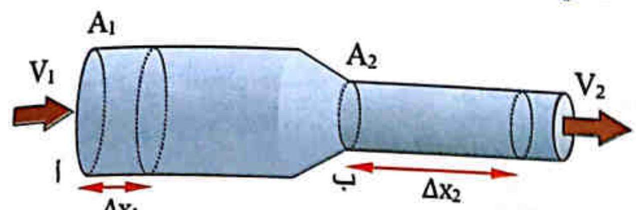
$$\therefore Q_m = \rho A v = \rho\, Q_v$$

استنتاج معادلة الاستمرارية (العلاقة بين سرعة سريان سائل في أنبوبة ومساحة مقطعها)

❶ نختار مستويين عموديين على خطوط الانسياب عند النقطتين أ ، ب مساحة مقطع الأول A_1 وسرعة السائل عند أ هي V_1 ومساحة مقطع المستوى الثاني A_2 وسرعة السائل عند ب هي V_2

❷ حجم السائل الذي ينساب خلال المساحة A_1 في وحدة الزمن

معدل الانسياب الحجمي = المساحة A_1 × المسافة التي يتحركها السائل في وحدة الزمن V_1



$$\therefore Q_{v1} = A_1 v_1$$

∴ كتلة السائل التي تنساب خلال المساحة A_1 في وحدة الزمن

معدل الانسياب الكتلي هو $\therefore Q_{m1} = \rho A_1 v_1 \Rightarrow (1)$

وبالمثل تكون كتلة السائل الذي ينساب خلال المساحة A_2 في وحدة الزمن

معدل الانسياب الكتلي هو $\therefore Q_{m2} = \rho A_2 v_2 \Rightarrow (2)$

❸ ∵ السريان مستقر ∴ معدل الانسياب الكتلي ثابت

$$\therefore A_1V_1 = A_2V_2 \qquad \therefore \rho A_1V_1 = \rho A_2V_2$$

وهذه هي معادلة الاستمرارية:

$$\therefore \frac{V_1}{V_2} = \frac{r_2^2}{r_1^2} \quad \text{أو} \quad \therefore \frac{V_1}{V_2} = \frac{A_2}{A_1}$$

معادلة الاستمرارية

سرعة سريان السائل عند أي نقطة في الأنبوبة تتناسب عكسيا مع مساحة مقطع الأنبوبة عند تلك النقطة $(V\alpha\frac{1}{A})$

خلي بالك

❶ **ينساب السائل في الأنبوبة ببطء عندما تكون مساحة مقطعها كبيرة وينساب بسرعة عندما تكون مساحة مقطعها صغيرة.** علل ...؟ لأنه تبعا لمعادلة الاستمرارية تتناسب سرعة السائل عكسيا مع مساحة المقطع $V\alpha\frac{1}{A}$

❷ **في السريان الهادئ يكون معدل الانسياب الحجمي ثابت عند أي مقطع.** علل ...؟ لأن السائل غير قابل للانضغاط لذلك فإن كمية السائل التي تدخل الأنبوبة من أحد طرفيها تساوي كمية السائل التي تخرج من الطرف الآخر في نفس الزمن.

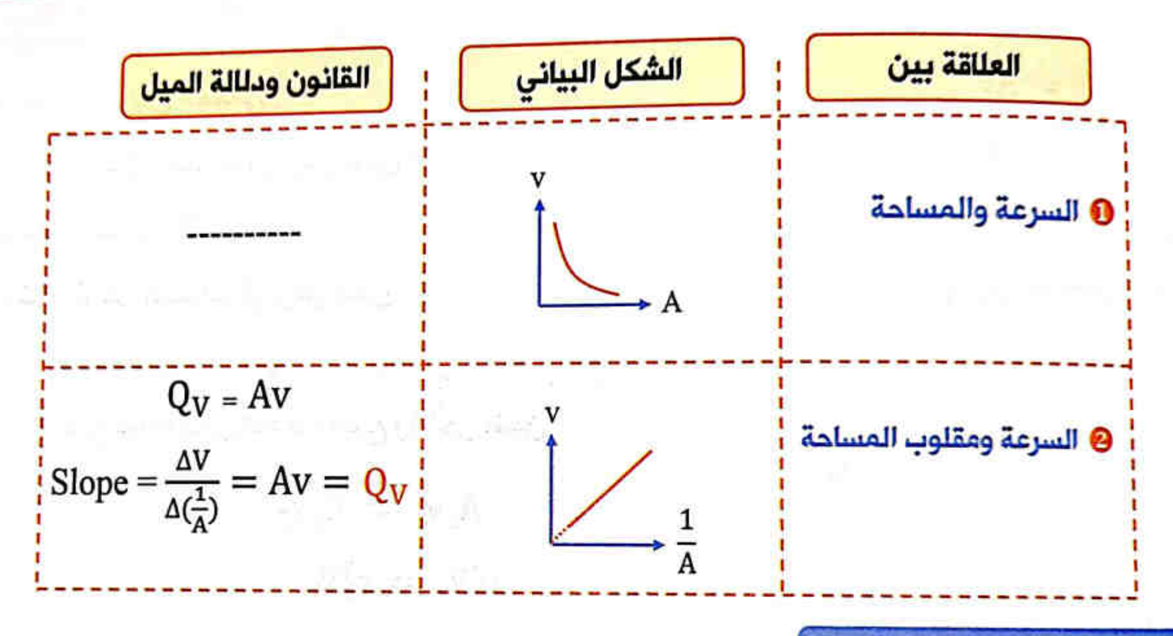


فسر

عند توصيل خرطوم من المطاط بفوهة صنبور ينساب منه الماء انسيابا هادئا فسر لماذا تقل مساحة مقطع عمود الماء المنساب من الخرطوم عندما توجه فوهته رأسيا لأسفل بينما تزداد مساحة مقطعه عندما توجه فوهته رأسيا لأعلى؟

جـ: **عندما توجه فوهة الخرطوم لأسفل:** يتحرك الماء المنساب في اتجاه الجاذبية الأرضية فتزداد سرعته من لحظة لأخرى أثناء السقوط ونظرا لأن معدل الانسياب Q ثابت فتكون $A \alpha \frac{1}{V}$ لذلك عندما تزداد السرعة تقل مساحة المقطع

بينما عندما توجه فوهة الخرطوم لأعلى: يتحرك الماء المنساب ضد الجاذبية الأرضية فيتحرك بعجلة تقصيرية ، وتقل سرعته من لحظة لأخرى فتزداد مساحة المقطع لأن $A\alpha\frac{1}{V}$ عند ثبوت معدل الانسياب Q



العلاقة بين	الشكل البياني	القانون ودلالة الميل
❶ السرعة والمساحة	(v مقابل A)	----------
❷ السرعة ومقلوب المساحة	(v مقابل $\frac{1}{A}$)	$Q_V = Av$ $Slope = \frac{\Delta V}{\Delta(\frac{1}{A})} = Av = Q_V$

تطبيقات على معادلة الاستمرارية

1) سرعة سريان الدم في الشعيرات الدموية أقل بكثير من سرعته في الشريان الرئيسي رغم صغر مساحة مقطع الشعيرة الدموية عن مساحة مقطع الشريان الرئيسي. علل ...

لأن مجموع مساحات مقاطع الشعيرات معا أكبر من مساحة مقطع الشريان الرئيسي، وحيث أن $V \alpha \frac{1}{A}$ لذا تقل سرعة الدم في الشعيرات الدموية وينتج عن ذلك إتاحة الفرصة لتبادل غازي الأكسجين وثاني أكسيد الكربون بين الشعيرات والأنسجة وإتاحة الفرصة لتزويد الأنسجة بالمواد الغذائية

2) استخدام رجال الإطفاء خراطيم لها طرف مسحوب في إطفاء الحرائق. علل ...

حتى تزداد سرعة انسياب الماء لأن السرعة تتناسب عكسياً مع مساحة المقطع طبقاً لمعادلة الاستمرارية $A_1V_1 = A_2V_2$

3) تصمم فتحات الغاز في مواقد الغاز صغيرة. علل ...

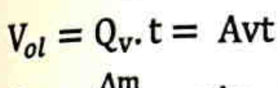
جـ: تصمم فتحات الغاز بحيث تكون مساحتها صغيرة جداً حتى يندفع منها الغاز بسرعة عالية لأن: $V \alpha \frac{1}{A}$

ملاحظة ... !! 

عندما يسرى سائل سريانا مستقرا فإن:

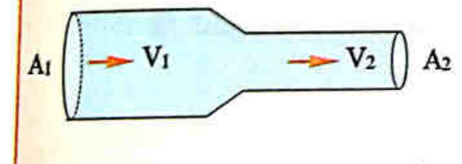
1. المعدل الحجمي لانسياب السائل عند الطرف المتسع = المعدل الحجمي لانسياب السائل عند الطرف الضيق.
2. المعدل الكتلي لانسياب السائل عند الطرف المتسع = المعدل الكتلي لانسياب السائل عند الطرف الضيق.
3. عدد خطوط الانسياب عند الطرف المتسع = عدد خطوط الانسياب عند الطرف الضيق.
4. كثافة خطوط الانسياب عند الطرف المتسع $<$ كثافة خطوط الانسياب عند الطرف الضيق.
5. سرعة الانسياب عند الطرف المتسع $<$ سرعة الانسياب عند الطرف الضيق.

ملاحظات لحل المسائل (1)

1. لحساب معدل السريان الحجمي : $Q_v = \frac{\Delta V_{ol}}{\Delta t} = Av$
2. لحساب حجم السائل المنساب في زمن معين :  $V_{ol} = Q_v . t = Avt$
3. لحساب معدل السريان الكتلي : $Q_m = \frac{\Delta m}{\Delta t} = \rho Av$
4. لحساب كتلة السائل المنساب في زمن معين : $m = \rho Avt = \rho Q_v t$

◆ تبعاً لمعادلة الاستمرارية: $A_1 v_1 = A_2 v_2$

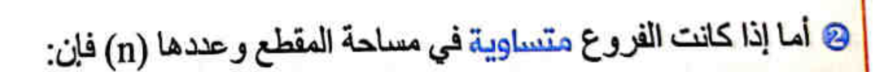
1. إذا كانت الأنبوبة لها مقطعين أحدهما متسع والآخر ضيق:



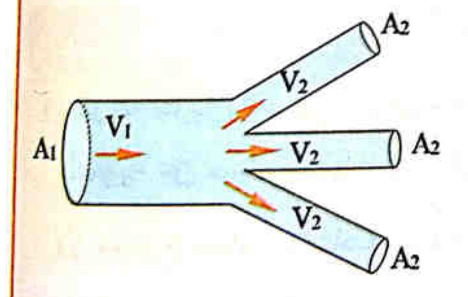


$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$

$$r_1^2 V_1 = r_2^2 V_2$$



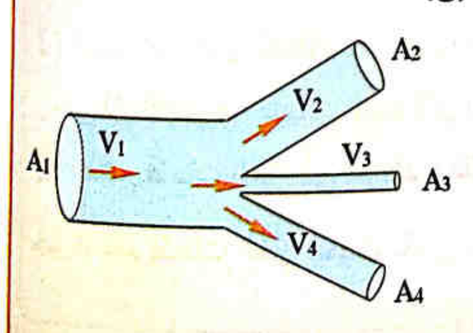
2. أما إذا كانت الفروع متساوية في مساحة المقطع وعددها (n) فإن:



$$A_1 v_1 = nA_2 v_2$$

$$r_1^2 v_1 = nr_2^2 v_2$$

3. إذا تفرع السائل المار فى أنبوبة إلى عدة فروع غير متساوية في مساحة المقطع فإن:



$$A_1 v_1 = A_2 v_2 + A_3 v_3 + A_4 v_4$$

$$r_1^2 v_1 = r_2^2 v_2 + r_3^2 v_3 + r_4^2 v_4$$





مثال 1

يسري ماء في أنبوبة أفقية بمعدل ثابت قدره $0.012\ m^2/min$ احسب سرعة الماء المار خلال الأنبوبة إذا كانت مساحة مقطعها $1\ cm^2$

المعطيات

$Q_v = 0.012\ m^3/min$

$A = 1\ cm^2$

الإجابة

$$Q_v = \frac{0.012}{60} = 2 \times 10^{-4}\ m^3/s$$

$$\because Q_v = Av \quad \Rightarrow \quad \therefore v = \frac{Q_v}{A} = \frac{2 \times 10^{-4}}{1 \times 10^{-4}} = 2m/s$$



مثال 2

يمر ماء خلال أنبوبة من المطاط قطرها $2.4\ cm$ بسرعة $6\ m/s$ أوجد قطر فوهتها الضيقة إذا كانت سرعة خروج الماء منها $34.56\ m/s$

المعطيات

$r_1 = 1.2\ cm$

$v_1 = 6\ m/s$

$v_2 = 34.56\ m/s$

الإجابة

$$\because \frac{v_1}{v_2} = \frac{A_2}{A_1} \Rightarrow \therefore \frac{v_1}{v_2} = \frac{r_2^2}{r_1^2}$$

$$\therefore \frac{6}{34.56} = \frac{r_2^2}{(0.012)^2} \Rightarrow \therefore r_2^2 = \frac{6 \times (0.012)^2}{34.56} = 25 \times 10^{-6}$$

$$\therefore r_2 = \sqrt{25 \times 10^{-6}} = 5 \times 10^{-3} m$$

∴ قطر الفوهة الضيقة = $2 \times 5 \times 10^{-3} = 10^{-2}$ متر

مثال 3

أنبوبة مياه تدخل منزلا قطرها $2\ cm$ وسرعة سريان الماء بها $0.1\ m/s$ فإذا أصبح قطرها عند نهايتها $1\ cm$ احسب:

❶ سرعة الماء في الجزء الضيق ❷ حجم الماء المنساب في الدقيقة ❸ كتلة الماء المنساب في الدقيقة

(علما بأن كثافة الماء = $1000\ Kg/m^3$ ، $\pi = 3.14$)

المعطيات

$r_1 = 1\ cm$

$v_1 = 0.1\ m/s$

$r_2 = 0.5 cm$

$t = 60\ s$

الإجابة

◆ سرعة الماء في الجسم الضيق:

$$\because \frac{v_1}{v_2} = \frac{A_2}{A_1} \quad \Rightarrow \quad \therefore \frac{v_1}{v_2} = \frac{r_2^2}{r_1^2} \quad \Rightarrow \quad \therefore v_2 = \frac{v_1 r_1^2}{r_2^2}$$

$$\therefore v_2 = \frac{0.1 \times 10^{-4}}{25 \times 10^{-6}} = 0.4m/s$$

◆ حجم الماء المنساب في الدقيقة:

$$V_{ol} = A_1v_1 \times t = \pi r_1^2 v_1 = 3.14 \times (1 \times 10^{-2})^2 \times 0.1 \times 60 = 1.884 \times 10^{-3}\ m^3$$

◆ **كتلة الماء المنساب في الدقيقة:**

$$m = \rho A_1 v_1 \times t = 1000 \times 3.14 \times (1 \times 10^{-2})^2 \times 0.1 \times 60 = 1.884\ kg$$



مثال 4

أنبوبة تغذي حقلا بالماء مساحة مقطعها 4 سم^2 ينساب فيها الماء بسرعة 10م/ث تنتهي بمائة ثقب مساحة فوهة كل منها 1مم^2 ، كم تكون سرعة انسياب الماء من كل ثقب.

المعطيات

$A_1 = 4\ cm^2$
$v_1 = 10\ m/s$
$n = 100$ ثقب
$A_2 = 1 mm^2$

الإجابة

∵ مساحة مقطع الأنبوبة = 4×10^{-4} م^2 ، مساحة مقطع أي ثقب = 1×10^{-6} م^2

$$\therefore A_1v_1 = nA_2v_2$$

$$\therefore 4 \times 10^{-4} \times 10 = 100 \times 1 \times 10^{-6} \times v_2$$

$$\therefore v_2 = \frac{4 \times 10^{-4} \times 10}{100 \times 1 \times 10^{-6}} = 40 m/s$$

∴ سرعة انسياب الماء من كل ثقب = 40 م/ث



مثال 5

في شخص تكون السرعة المتوسطة لتدفق الدم في الأورطى الذي نصف قطره 0.7 سم هي 0.33 م/ث ، ومن الأورطى يتوزع الدم على عدد من الشرايين الرئيسية نصف قطر كل منها 0.35 سم فإذا كان عدد الشرايين الرئيسية 30 شريان فاحسب سرعة الدم فيها ؟ وماذا تستنتج من هذه النتائج.

المعطيات

$r_1 = 0.7\ cm$
$v_1 = 0.33\ m/s$
$r_2 = 0.35 cm$
$n = 30$

الإجابة

مساحة مقطع الأورطى A_1

$$A_1 = \pi r_1^2 = 3.14 \times (0.7 \times 10^{-2})^2 = 3.14 \times 49 \times 10^{-6}\ m^2$$

مساحة مقطع الشريان الواحد A_2

$$A_2 = \pi r_2^2 = 3.14 \times (0.35 \times 10^{-2})^2 = 3.14 \times 35 \times 35 \times 10^{-8}\ m^2$$

☜ سرعة الدم في الشرايين الرئيسية

$$\because A_1V_1 = n A_2V_2$$

$$\therefore V_2 = \frac{A_1V_1}{nA_2} = \frac{3.14 \times 49 \times 10^{-6} \times 33 \times 10^{-2}}{30 \times 3.14 \times 35 \times 35 \times 10^{-8}} = 0.044 m/s$$



الاستنتاج: سرعة الدم في الشرايين الرئيسية أقل من سرعة الدم في الأورطى وهذا يعمل على:

1. إتاحة الفرصة لحدوث عملية تبادل غازي الأكسجين وثاني أكسيد الكربون بين الشعيرات والأنسجة.
2. إتاحة الفرصة لتزويد الأنسجة بالمواد الغذائية اللازمة وهنا تتجلى قدرة الله سبحانه وتعالى.

مثال 6

شريان رئيسي يتدفق الدم فيه بسرعة 0.08 m/s فإذا كان الشريان يتشعب إلى 150 شعيرة دموية قطر كل منها $\frac{1}{8}$ قطر الشريان ، احسب سرعة تدفق الدم في كل شعيرة .

المعطيات

$v_1 = 0.08\ m/s$

$n = 150$

$r_2 = \frac{1}{8} r_1$

الإجابة

$\because A_1 V_1 = n A_2 V_2 \qquad \therefore \pi r_1^2 V_1 = n \pi r_2^2 V_2$

$\because r_2 = \frac{1}{8} r_1 \qquad \therefore r_1^2 \times 0.08 = 150 \times \frac{r_1^2}{64} \times V_2$

$\therefore V_2 = \frac{64 \times 0.08}{150} = 0.034\ m/s$

لاحظ أن: سرعة الدم في الشعيرات أقل من سرعة الدم في الشريان.

ملاحظات لحل المسائل (2)

1. فى مسائل الصنابير يكون الزمن الكلى اللازم لملء خزان بواسطة عدة صنابير معا :-

$\because Q_V = (Q_V)_1 + (Q_V)_2 + (Q_V)_3$

$\therefore \frac{V_{ol}}{t} = \frac{(V_{ol})_1}{t_1} + \frac{(V_{ol})_2}{t_2} + \frac{(V_{ol})_3}{t_3}$

ولكن الحجم اللازم ملئه ثابت

$\therefore \frac{1}{t} = \frac{1}{t_1} + \frac{1}{t_2} + \frac{1}{t_3}$

2. إذا كان هناك خزان يملأ بواسطة صنبور بمعدل $(Q_V)_1$ وفى نفس الوقت هناك صنبور يفرغ بمعدل $(Q_V)_2$ فان:

المعدل الذى يملأ الخزان هو: $Q_V = (Q_V)_1 - (Q_V)_2$

مثال 7

ثلاثة صنابير الأول يملأ حوض في ساعة والثاني يملأ نفس الحوض في $\frac{1}{2}$ ساعة والثالث في $\frac{1}{4}$ ساعة ، احسب الزمن اللازم لملء الحوض إذا تم فتح الصنابير الثلاثة معا.

المعطيات

$t_1 = 1\ h$

$t_2 = \frac{1}{2}\ h$

$t_3 = \frac{1}{4}\ h$

الإجابة

$\because V_{ol} = Q_V t$

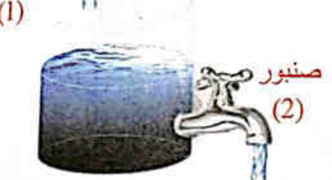
$\because Q_V = (Q_V)_1 + (Q_V)_2 + (Q_V)_3$

$\therefore \frac{V_{ol}}{t} = \frac{(V_{ol})_1}{t_1} + \frac{(V_{ol})_2}{t_2} + \frac{(V_{ol})_3}{t_3}$

$\therefore \frac{1}{t} = \frac{1}{t_1} + \frac{1}{t_2} + \frac{1}{t_3} \Rightarrow \therefore \frac{1}{t} = \frac{1}{1} + \frac{1}{\frac{1}{2}} + \frac{1}{\frac{1}{4}} \quad \therefore \frac{1}{t} = 1 + 2 + 4 = 7 \quad \therefore t = \frac{1}{7}\ hour$

مثال 8





صنبور (1) يملأ خزان بمعدل $0.025\ m^3/s$ وفى نفس اللحظة الخزان به صنبور (2) يعمل على تفريغ الخزان بمعدل $0.005\ m^3/s$ بفرض ثبوت هذا المعدل .احسب المعدل الذي يملأ به الخزان وكذلك حجم الماء في الخزان بعد دقيقة.



المعطيات

$(Q_V)_1 = 0.025\ m^3/s$

$(Q_V)_2 = 0.005\ m^3/s$

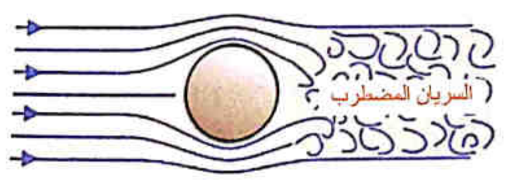
$t = 60\ s$

الإجابة

$Q_V = (Q_V)_1 - (Q_V)_2 = 0.025 - 0.005 = 0.02\ m^3/s$

$V_{ol} = Q_V t = 0.02 \times 60 = 1.2\ m^3$

2 السريان المضطرب (الدوامي)



- يتحول السريان الهادئ لمائع (سائل أو غاز) إلى سريان مضطرب عندما :

1. تزداد سرعة سريان المائع عن حد معين فتتكون دوامات
2. إذا كان هناك عائق يعترض السريان الهادئ فتتكون دوامات .
3. يظهر ذلك أيضا في الغازات نتيجة انتشار الغاز من حيز صغير إلى حيز كبير أو من ضغط عالٍ إلى ضغط منخفض فإن الغاز يتحرك حركة دوامية.



- **اهم مميزاته:** وجود دوامات دائرية صغيرة ، كما تتقاطع خطوط الانسياب.

السريان المضطرب (الدوامي)

هو سريان يحدث عندما تزداد سرعة انسياب السائل عن حد معين ويتميز بوجود دوامات صغيرة دائرية عشوائية.

مثال بياني

- الجدول التالي يوضح العلاقة بين سرعة سريان سائل (v) م/ث ، ومقلوب مساحة مقطع الفوهة m^{-2} $(\frac{1}{A})$

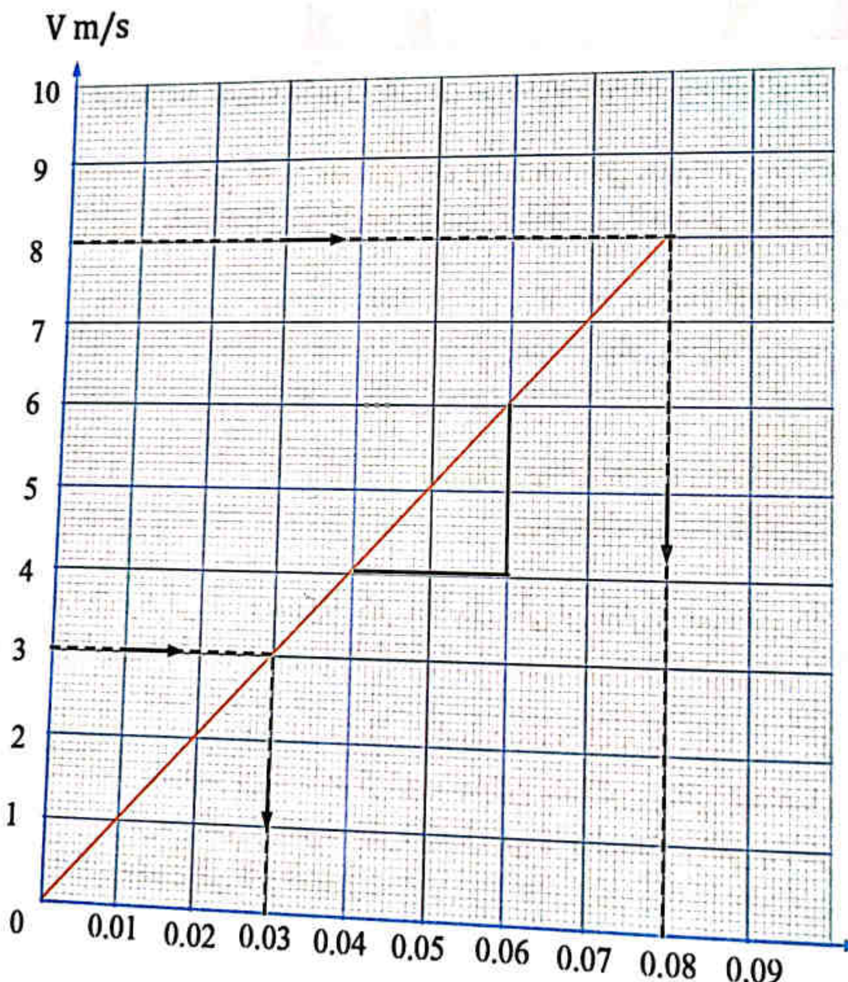
سرعة السريان (v) م/ث	2	3	5	6	y
مقلوب مساحة مقطع الفوهة m^{-2} $(\frac{1}{A})$	0.02	x	0.05	0.06	0.08

ارسم العلاقة البيانية بحيث تكون سرعة السريان على المحور الرأسى ومقلوب مساحة مقطع الفواهة على المحور الأفقي.

❶ من الرسم اوجد قيمة x ، y

❷ ومن الرسم أوجد حجم السائل الذي ينساب خلال الثانية الواحدة.

الإجابة



❶ قيمة $x = 0.03\ m^{-2}$

$y = 8\ m/s$

❷ حجم السائل الذي ينساب خلال الثانية الواحدة (معدل السريان الحجمى Q_v)

$$\text{slope} = \frac{\Delta v}{\Delta \frac{1}{A}} = Av = Q_v$$

$$= \frac{(6-4)}{(0.06-0.04)} = 100$$

$$\therefore Q_v = 100\ m^3/s$$



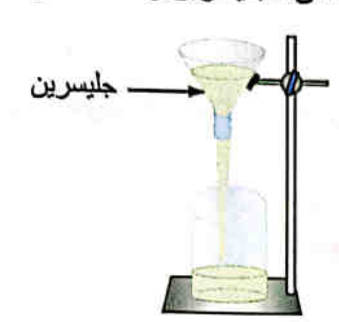
الدرس 2

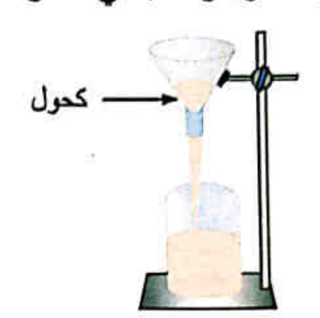
اللزوجة Viscosity

تجارب لتوضيح مفهوم خاصية اللزوجة:

تجربة (1) نعلق قمعين متماثلين كلا منهما في حامل ثم نضع أسفل كل منهما كأسا فارغة نصب في أحد القمعين حجما معينا من الكحول ونصب في الآخر حجما مماثلا من الجليسرين ونلاحظ سرعة انسياب كل من السائلين

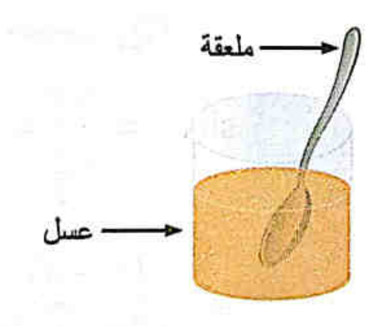


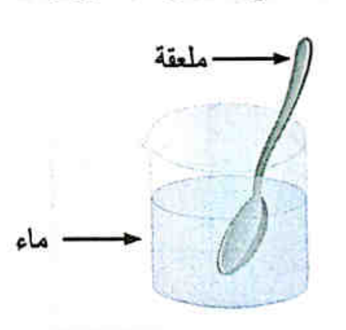




فنجد أن: سرعة انسياب الكحول أكبر من سرعة انسياب الجليسرين أي أن الجليسرين أكبر لزوجة من الكحول.

تجربة (2) نحضر كأسين متماثلين يحتوي أحدهما على حجم معين من الماء ويحتوي الآخر على حجم مساو من العسل، نقلب السائل في كل من الكأسين بملعقة ، ونلاحظ حركة كل من السائلين بعد إخراج الملعقة .



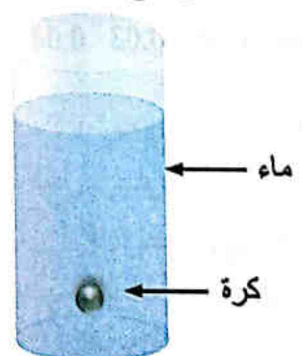


نجد أن:

1. المعلقة تتحرك في الماء بسهولة أكبر مما يدل على أن مقاومة الماء لحركة الملعقة أقل من مقاومة العسل لها.
2. حركة العسل تتوقف بعد إخراج الملعقة بفترة وجيزة في حين تستمر حركة الماء فترة أكبر.

تجربة (3) نحضر مخبارين متماثلين طويلين ونملأ المخبار الأول حتى قرب فوهته بالماء والثاني حتى قرب فوهته بالجليسرين ثم نأخذ كرتين معدنيتين متماثلتين ونلقي إحداهما برفق في الماء ونعين بواسطة ساعة إيقاف الزمن الذي تستغرقه الكرة لتصل إلى قاع المخبار ونلقي بالأخرى في الجليسرين ونعين الزمن الذي تستغرقه لتصل إلى قاع المخبار.



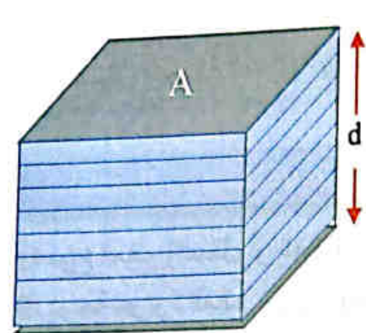


نجد أن: الزمن الذي تستغرقه الكرة لتصل إلى قاع المخبار خلال الماء أقل من الزمن الذي تستغرقه كرة مماثلة لتصل إلى قاع المخبار خلال الجليسرين، مما يدل على أن الجليسرين يقاوم حركة الكرة بمقدار أكبر من مقاومة الماء لها

من التجارب السابقة يمكن استنتاج الآتي:

1. بعض السوائل كالماء والكحول تكون قابليتها للانسياب أو الحركة كبيرة في حين أن مقاومتها لحركة الجسم فيها صغيرة وهي ذات لزوجة صغيرة
2. بعض السوائل كالعسل والجليسرين تكون قابليتها للانسياب أو الحركة صغيرة في حين أن مقاومتها لحركة الأجسام فيها كبيرة وهي ذات لزوجة عالية.

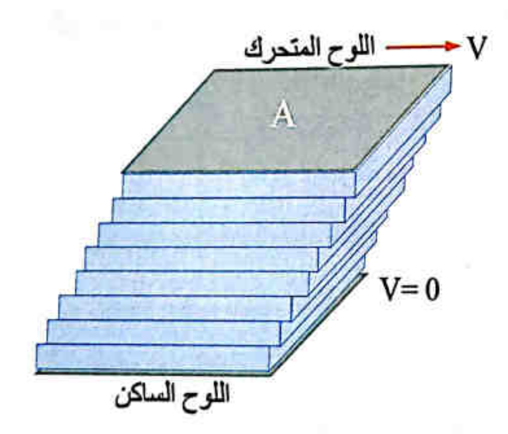
تفسير خاصية اللزوجة



1. نتصور سائل محصور بين لوحين مساحة كل منهما A بعدهما العمودي (سُمك السائل) d ، اللوح السفلي ساكن أما اللوح العلوي يتحرك بسرعة V كما بالشكل
2. طبقة السائل الملامسة للوح الساكن ساكنة أما طبقة السائل الملامسة للوح المتحرك متحركة بنفس سرعة اللوح العلوي V

- أي أن طبقات السائل تتحرك بين اللوحين بسرعات تتدرج من صفر إلى V في الاتجاه من اللوح الساكن إلى اللوح المتحرك

3. يرجع الاختلاف النسبي في السرعة بين كل طبقة والتي تجاورها إلى نوعين من القوى:



أ) **قوى احتكاك:**

وهي تنشأ من قوى الالتصاق بين اللوح وطبقة السائل الملاصقة له فتجعل طبقة السائل الملاصقة للوح العلوي متحركة بنفس سرعته V وتجعل طبقة السائل الملاصقة للوح السفلي ساكنة مثل سرعتها = صفر

ب) **قوى شبيهة بقوى الاحتكاك:**

بين كل طبقتين متجاورتين للسائل تعوق انزلاقها فوق بعضها وهذا يعمل على وجود الفرق النسبي في السرعة بين كل طبقتين متجاورتين

- يسمى هذا النوع من السريان بالسريان الطبقي أو اللزج.

خاصية اللزوجة

الخاصية التي تتسبب في وجود مقاومة أو احتكاك بين طبقات السائل بحيث تعوق انزلاق بعضها فوق بعض.

استنتاج معامل اللزوجة

في الشكل السابق لكي يحتفظ اللوح المتحرك بسرعة ثابتة فلابد أن نؤثر عليه بقوة مماسيه F ، وقد وجد أن القوة F تتوقف على :

1. السرعة V حيث أن $F \alpha V \longrightarrow (1)$
2. مساحة اللوح المتحرك حيث أن: $F \alpha A \longrightarrow (2)$
3. المسافة الفاصلة بين اللوحين حيث أن: $F \alpha \frac{1}{d} \longrightarrow (3)$

من المعادلات السابقة 1 ، 2 ، 3

$$\therefore F \alpha \frac{AV}{d} \Rightarrow F = \text{constant} \times \frac{AV}{d}$$

$$\therefore F = \eta_{vs} \frac{AV}{d}$$

$$\therefore \eta_{vs} = \frac{Fd}{AV}$$

حيث: (η_{vs}) معامل اللزوجة

◆ من العلاقة: $\eta_{vs} = \frac{Fd}{AV}$ وحدات قياسه: نجد من قانون حسابه أن وحدة قياسه = $\frac{N \times m}{m^2 \times m \times s^{-1}} = \frac{J.s}{m^3}$

◆ فتكون وحدات قياسه كالتالي: (kg/m.s) أو ($N.s/m^2$) أو (Pa.s) أو ($J.s/m^3$)

معامل اللزوجة (η_{vs})

يساوى عددياً القوة المماسية المؤثرة على وحدة المساحات ينتج عنها فرق في السرعة مقداره الوحدة السرعة بين طبقتين من السائل المسافة العمودية بينهما الوحدة.

ما معنى أن ... ؟!

معامل اللزوجة لسائل = 0.001 كجم.م$^{-1}$.ث$^{-1}$ معنى ذلك أن القوة المماسية المؤثرة على وحدة المساحات ينتج عنها فرق في السرعة مقداره وحدة السرعة بين طبقتين من السائل المسافة العمودية بينهما وحدة المسافة = 0.001 نيوتن

العوامل التى يتوقف عليها معامل اللزوجة

❶ نوع المائع (السائل أو الغاز).

❷ درجة حرارة المائع حيث : (تقل لزوجة المائع بارتفاع درجة حرارته).

العوامل التى يتوقف عليها قوة اللزوجة

العوامل	الشكل البياني	القانون ودلالة الميل
❶ فرق السرعة بين طبقتين من السائل (v) (علاقة طردية)	F مقابل v	$F = \eta_{vs}\frac{AV}{d}$ $Slope = \frac{\Delta F}{\Delta v} = \eta_{vs}\frac{A}{d}$
❷ مساحة الطبقة المتحركة (A) (علاقة طردية)	F مقابل A	$F = \eta_{vs}\frac{AV}{d}$ $Slope = \frac{\Delta F}{\Delta A} = \eta_{vs}\frac{v}{d}$
❸ المسافة العمودية بين الطبقتين (d) (علاقة عكسية)	F مقابل $\frac{1}{d}$	$F = \eta_{vs}\frac{AV}{d}$ $Slope = \frac{\Delta F}{\Delta(\frac{1}{d})} = \eta_{vs}Av$
❹ معامل اللزوجة لعدة سوائل مختلفة أو سائل واحد عند درجات حرارة مختلفة (η_{vs}) (علاقة طردية)	F مقابل η_{vs}	$F = \eta_{vs}\frac{AV}{d}$ $Slope = \frac{\Delta F}{\Delta \eta_{vs}} = \frac{Av}{d}$



خلي بالك



① **تتواجد النباتات المائية غالبا قرب الشواطئ.** علل ...؟ لتلافي السرعات العالية في منتصف النهر حيث تقل قوى الاحتكاك التي تعوق الماء عن الانسياب لأن $F \alpha \frac{1}{d}$

② **تقل سرعة أمواج البحر كلما اقتربنا من الشاطئ.** علل ...؟ لأنه كلما اقتربت الطبقة المتحركة من الطبقة الساكنة تقل سرعتها

③ **يشعر سكان الأدوار العليا بسرعة الرياح أكثر من سكان الأدوار السفلى** علل ...؟ لأن الأدوار العليا بعيدة عن الأرض (طبقة الهواء الساكنة) فتزداد سرعة الهواء كلما ابتعدنا عن الأرض

④ **يصعب السباحة فى وسط النهر ضد التيار** علل ...؟ بسبب لزوجة الماء لأن سرعة حركة طبقات الماء تزداد كلما ابتعدنا عن الطبقة الساكنة الملامسة لجدار النهر لذلك تكون سرعة الماء فى الوسط أكبر ما يمكن.

ملاحظة ... !!

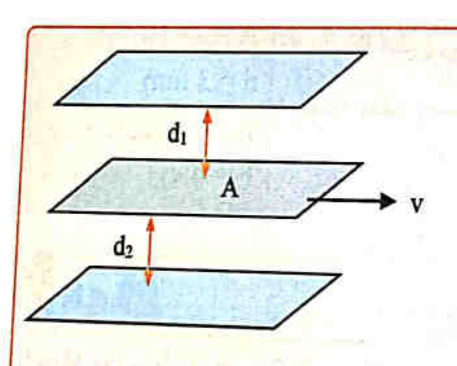
① وحدة قياس الضغط × وحدة قياس المساحة = وحدة قياس القوة.

② وحدة قياس الضغط × وحدة قياس الزمن = وحدة قياس معامل اللزوجة.

③ وحدة قياس الضغط × وحدة قياس الحجم = وحدة قياس الطاقة.

ملاحظات لحل المسائل (3)

لحساب قوة اللزوجة لسائل: $F = \eta_{vs} \frac{AV}{d}$



① **عند وجود طبقة سائل بين طبقتين**

من السائل فان الطبقة الوسطى تتأثر عند تحركها بقوة لزوجة الطبقة العلوية وقوة لزوجة الطبقة السفلية حيث:

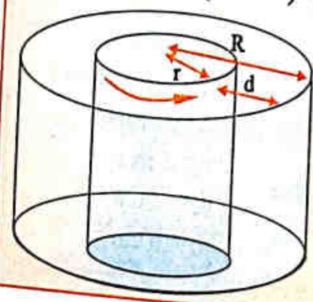
$$F_1 = \eta_{vs} \frac{AV}{d_1} \quad ، \quad F_2 = \eta_{vs} \frac{AV}{d_2}$$

$$F_T = F_1 + F_2$$

② **عند إدارة أسطوانة داخل أسطوانة أخرى بها سائل لزج وعند حساب القوة اللازمة لإدارة الأسطوانة الداخلية فان:**

أ - مساحة طبقة السائل المتحركة والتي تتأثر باللزوجة = مساحة الأسطوانة التى يتم تحريكها (الداخلية)

= محيط القاعدة (محيط الدائرة) × ارتفاع الأسطوانة $= 2\pi r_1 h$



ب - البعد بين الطبقة الساكنة (الملاصقة للجدار الداخلي للأسطوانة الخارجية) والطبقة المتحركة (الملاصقة للطبقة الخارجية من الأسطوانة الداخلية) = نصف قطر الاسطوانه الخارجية ـ نصف قطر الأسطوانة الداخلية. $(d = R - r)$



مثال 1

صفيحة مستوية مساحتها $0.01\ m^2$ تتحرك بسرعة 12.5 cm/s معزولة عن صفيحة أخرى ساكنة كبيرة بطبقة من سائل سمكها 2مم فإذا كان معامل لزوجة السائل 4 Kg/m.s احسب القوة اللازمة لحفظ الصفيحة متحركة.

المعطيات

$A = 0.01\ m^2$

$v = 12.5\ cm/s$

$d = 2\ mm$

$\eta_{vs} = 4\ Kg/m.s$

الإجابة

$$\because F = \eta_{vs}\frac{AV}{d} = \frac{4 \times 0.01 \times 12.5 \times 10^{-2}}{2 \times 10^{-3}} = 2.5N$$

مثال 2

صفيحة مستوية مساحتها $2\times10^{-2}\ m^2$ معزولة عن صفيحة أخرى بطبقة سمكها 3 mm ومعامل لزوجتها 6 Kg/m.s أوجد السرعة التي تتحرك بها الصفيحة الأولى إذا أثرت عليها قوة قدرها 4 N

المعطيات

$A = 2\times10^{-2}\ m^2$

$d = 3\ mm$

$\eta_{vs} = 6\ Kg/m.s$

$F = 4N$

الإجابة

$$\because v = \frac{Fd}{A\eta_{vs}} \Rightarrow \quad \therefore V = \frac{4 \times 3 \times 10^{-3}}{2 \times 10^{-2} \times 6} = 0.1m/s$$

مثال 3

طبقة من سائل لزج سمكها 8 cm موضوعة بين لوحين مستويين أفقيين ومتوازيين، إذا كان معامل لزوجة السائل 0.8 Kg/m.s أوجد: القوة اللازمة لتحريك لوح رقيق بين اللوحين مساحته $0.5\ m^2$ بسرعة 2 m/s وموازيا للوحين ويبعد عن أحدهما مسافة 2 m/s

المعطيات

$d = 8\ cm$

$\eta_{vs} = 0.8\ Kg/m.s$

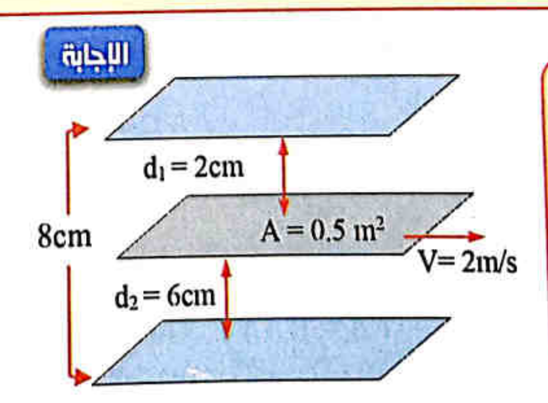
$A = 0.5\ m^2$

$v = 2\ m/s$

$d_1 = 2\ cm$

$d_2 = 6\ cm$

الإجابة



$$\because F_1 = \eta_{vs}\frac{AV}{d_1} = \frac{0.8 \times 0.5 \times 2}{2 \times 10^{-2}} = 40N$$

$$\because F_2 = \eta_{vs}\frac{AV}{d_2} = \frac{0.8 \times 0.5 \times 2}{6 \times 10^{-2}} = 13.3N$$

$$\therefore F_T = F_1 + F_2 = 40 + 13.3 = 53.3\ N$$

إمسح



أهم تطبيقات اللزوجة

1 التزييت والتشحيم وفائدته



يجب تشحيم وتزييت الآلات المعدنية من وقت لآخر فعملية التشحيم تؤدي إلى:

1. تقليل كمية الحرارة المتولدة نتيجة احتكاك أجزاء الآلة ببعضها.
2. حماية أجزاء الآلة من التآكل.

المواد المستخدمة في التزييت والتشحيم يجب أن تتميز بصفات منها:

1. أن تكون ذات لزوجة كبيرة.
2. لها قدرة على الالتصاق بأجزاء الآلة. فلا تنساب بعيدا عن أجزاء الآلة.

2 تحديد سرعة السيارات (المركبات المتحركة) لتوفير استهلاك الوقود

1. في السرعات الصغيرة والمتوسطة:

تكون مقاومة الهواء للأجسام المتحركة فيه والناتجة عن لزوجة الهواء تتناسب طرديا مع سرعة الأجسام المتحركة خلاله.

2. في السرعات الكبيرة:

فإن مقاومة الهواء والناتجة عن اللزوجة تتناسب طرديا مع مربع السرعة، وهذا يعني زيادة الشغل الكلي الذي تبذله الآلة وبالتالي زيادة استهلاك الوقود، وذلك إذا زادت سرعة السيارة عن حد معين، لذا ينصح سائقو السيارات بالحد من السرعة لتوفير استهلاك الوقود.

خلي بالك

1. **لا يصلح الماء في عملية التزييت والتشحيم.** علل ...؟ لأن ① لزوجته صغيرة. ② ضعف قوة التصاقه بالأجزاء المعدنية فينساب بعيدا عن أجزاء الآلة وسريع التبخير
2. **بعض السوائل لزوجتها كبيرة.** علل ...؟ لأنه يتولد بين طبقات السائل قوة شبيهة بقوة الاحتكاك تعوق انزلاق طبقاته فوق بعضها البعض.
3. **إذا تحرك جسم صلب خلال المائع، فإن كمية تحركه تقل.** علل ...؟ سبب ذلك هو وجود لزوجة للمائع ينتج عنها قوي احتكاك بين سطح هذا الجسم الصلب وجزيئات السائل الملامسة له تعوق حركته، فتقل سرعته وبالتالي تقل كمية تحركه (كمية الحركة لجسم = السرعة ×الكتلة).
4. **تتوهج النيازك عند دخولها الغلاف الجوي للأرض واقترابها منها.** علل ...؟ لأن سرعتها تزيد باقترابها من الأرض فتزيد المقاومة الناتجة عن لزوجة الهواء حيث تتناسب مع مربع السرعة، فتزيد كمية الحرارة المتولدة نتيجة الاحتكاك فتتوهج.
5. **ينصح بعدم زيادة سرعة السيارة عن حد معين.**
   - **زيادة سرعة السيارة عن حد معين يسبب زيادة استهلاك الوقود.** علل ... ؟ لأن مقاومة الهواء تتناسب طرديا مع مربع سرعة السيارة في السرعات العالية فيزداد الشغل المبذول للتغلب على مقاومة الهواء وبالتالي يزداد معدل استهلاك الوقود.
6. **عندما يشتد الهواء يلجأ السائق الذكي لإبطال موتور السيارة.** علل ...؟ لأنه في السرعات العالية تتناسب مقاومة الهواء والناشئة عن لزوجته طرديا مع مربع سرعة السيارة مما يؤدى الى زيادة استهلاك الوقود للتغلب على مقاومة الهواء الكبيرة.

3 في الطب (لقياس سرعة ترسيب الدم)

سرعة الترسيب

هى السرعة النهائية لسقوط كرات الدم الحمراء فى بلازما الدم.

لمعرفة إذا كان حجم كرات الدم الحمراء طبيعيا أو غير طبيعي.

الأساس العلمي لقياس سرعة ترسيب الدم:

هو أن السرعة النهائية التي تكتسبها كـــرات الدم الحمراء عند سقوطها خلال البلازما نتيجة لزوجتها تزداد بزيادة حجمها، حيث من المعلوم أنه عند سقوط كرة سقوطاً حرا رأسيا في سائل، فإنها تتأثر بثلاث قوى، هى:

❶ وزنها لأسفل. ❷ قوة دفع السائل لها لأعلى.

❸ قوة الاحتكاك بينها وبين السائل (عكس اتجاه الحركة) نتيجة لزوجة السائل وبحساب محصلة القوى وجد أنها تتحرك بسرعة نهائية تزداد بزيادة نصف قطرها، حيث أن: ($V \alpha r^2$)

(أ) في بعض الأمراض:

مثل: الحمى الروماتيـــزمية والنقرس تتلاصق كرات الدم الحمراء فيزيد حجمها ونصف قطرها وبالتالي تزيد سرعة ترسيبها عن المعدل الطبيعي.

(ب) في أمراض أخرى.

مثل: فقر الدم (الأنيميا) تتكسر كرات الدم الحمراء أي يقل حجمها ونصف قطرها وتقل بالتالي سرعة ترسيبها عن المعدل الطبيعي.

(ج) المعدل الطبيعي لسرعة الترسيب لدم الإنسان

15 mm بعد ساعة ، 30 mm بعد ساعتين. فبقياس سرعة الترسيب يمكن تشخيص بعض الأمراض.

خلي بالك

❶ **تزداد سرعة الترسيب عند الأشخاص المصابين بمرض الحمى الروماتزمية** علل ...؟ بسبب تلاصق أو تضخم كرات الدم الحمراء مع بعضها فيزداد حجمها وبالتالي يزداد نصف قطرها فتزداد سرعة الترسيب حيث أن ($V \alpha r^2$)

❷ **تقل سرعة الترسيب عن المعدل الطبيعي في حالة الإصابة بالأنيميا** علل ...؟ لأن الأنيميا تسبب تكسير كرات الدم الحمراء فيقل حجمها وبالتالي يقل نصف قطرها فتقل سرعة الترسيب حيث أن ($V \alpha r^2$)

❸ **يستخدم الباراشوت للقفز من الطائرة.** علل ...؟ للعمل على انتظام سرعة الهبوط للأرض وذلك لأنه عندما يهبط يكون وزنه أكبر من قوة دفع الهواء عليه فتزداد سرعته وعندما تزداد سرعته تزداد قوة مقاومة الهواء لحركته (اللزوجة) فتقل سرعة هبوطه وفى هذه الحالة يتساوى وزنه مع مجموع قوتي دفع الهواء واللزوجة.

❹ **تنتظم سرعة هبوط قطرات المطر قبل وصولها لسطح الأرض.** علل ...؟ لأنها عندما تهبط يكون وزنها أكبر من قوة دفع الهواء عليها فتزداد سرعتها وعندما تزداد سرعتها تزداد قوة مقاومة الهواء لحركتها (اللزوجة) فتقل سرعة هبوطها وفى هذه الحالة يتساوى وزنها مع مجموع قوتي دفع الهواء واللزوجة.

فكر وجاوب

اختر:

النسبة بين معامل اللزوجة لزيت في ماكينة سيارة بعد تشغيل السيارة بفترة الي قبل تشغيل السيارة .... الواحد

(أ) أكبر من (ب) أقل من (ج) تساوى (د) لا توجد علاقة.


سلسلة
الوافي
الفيزياء
كتاب الأسئلة و المسائل
الثانوية العامة و الأزهرية
الصف الثاني الثانوي
الفصل الدراسي الأول
أحمد النجار
عبدالعزيز عطوة
عيد الرفاعي

محتويات كتاب التدريبات



الوحدة الأولى

الفصل الأول

الحركة الموجية

1 أسئلة الاختيار من متعدد

(1) تقوم الموجات بنقل .... فى اتجاه انتشارها.

(أ) المادة (ب) الجسيمات (ج) الطاقة

(2) من الموجات التى تتطلب ضرورة وجود وسط مادي لانتشارها ....

(أ) موجات الصوت (ب) موجات الضوء (ج) موجات الرا (د) موجات أشعة جاما

(3) لا يتنقل الصوت فى ....

(أ) الماء (ب) الحديد (ج) الفراغ (د) الهواء

(4) جميع الموجات الآتية ميكانيكية عدا موجات ....

(أ) الماء (ب) الصوت (ج) وتر مهتز (د) الراديو

(5) جميع الموجات الآتية لا يمكن أن نراها بالعين المجردة ما عدا ....

(أ) الماء (ب) الصوت (ج) التليفون المحمول (د) الراديو

(6) من شروط حدوث الموجات الميكانيكية ....

(أ) وجود مصدر مهتز (ب) حدوث اضطراب (ج) وجود وسط مادي (د) جميع ما سبق

(7) بعد الجسم المهتز عن موضع سكونه في لحظة ما يعرف بـ .....

(أ) الزمن الدورى (ب) الإزاحة (ج) سعة الاهتزازة (د) التردد

(8) أقصى إزاحة يصل إليها الجسم المهتز عن موضع سكونة في اتجاه ما ....

(أ) الزمن الدورى (ب) التردد (ج) سعة الاهتزازة (د) الإزاحة

(9) الزمن الذي يستغرقه الجسم المهتز فى عمل اهتزازة كاملة يسمى ....

(أ) الزمن الدورى (ب) التردد (ج) سعة الاهتزازة (د) الإزاحة

(10) زمن وصول الجسم المهتز لأقصى إزاحة يساوى ....

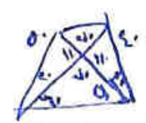
(أ) $\frac{1}{2}T$ (ب) $\frac{1}{4}T$ (ج) T (د) $\frac{3}{4}T$

(11) تعرف عدد الاهتزازات التي يعملها الجسم المهتز في الثانية الواحدة باسم ....

(أ) الطول الموجي (ب) سعة الاهتزازة (ج) التردد (د) الاهتزازة الواحدة

(12) حاصل ضرب التردد فى الزمن الدورى يساوى ....

(أ) سعة الاهتزازة (ب) الاهتزازة الكاملة (ج) التردد (د) الواحد الصحيح



(13) عندما يهتز المصدر بتردد معين تهتز دقائق الوسط ....

(أ) بتردد مختلف (ب) بنفس التردد (جـ) بتردد أصغر من تردد المصدر (د) بتردد يتناقص بالتدريج

(14) عند أقصى إزاحة للجسم المهتز تكون سرعة الجسم المهتز ....

(أ) أقصى سرعة (ب) نصف أقصى سرعة (جـ) منعدمة (د) ثلث أقصى سرعة

(15) إذا كان الزمن الذي يستغرقه الجسم المهتز في عمل اهتزازة كاملة هو 0.1s ، فان عدد الاهتزازات الكاملة التي يحدثها الجسم المهتز في زمن 100s هو .... اهتزازة .

(أ) 10 (ب) 100 (جـ) 1000 (د) 10000

(16) زيادة سعة الموجة المنتشرة في وسط ما يؤدي إلى ....

(أ) زيادة السرعة (ب) زيادة التردد (جـ) زيادة الطول الموجي (د) زيادة الشدة

(17) التردد يقاس بكل من الوحدات التالية ما عدا

(أ) s^{-1} (ب) cycle /s (جـ) s (د) Hz

(18) تصنع كرة بندول خلال زمن دوري T ثانية إزاحة تعادل ....

(أ) ربع اهتزازة كاملة (ب) نصف اهتزازة كاملة (جـ) ضعف اهتزازة كاملة (د) صفر.

(19) استغرقت أقصى إزاحة لوتر مهتز 0.002s فيكون تردده ....

(أ) 250 Hz (ب) 125 Hz (جـ) 500 Hz.

(20) في الشكل المقابل: قوة الشد في الخيط أكبر ما يمكن عند الموضع ....

(أ) a (ب) b (جـ) c (د) جميعهم متساوية

(21) إذا زاد تردد البندول للضعف فإن الزمن الدورى ....

(أ) يزداد للضعف (ب) يقل لنصف (جـ) يظل ثابت

(22) الشكل المقابل : يمثل وتر مهتز في الهواء بتردد (υ) فإن :

❶ نوع الموجة المتكونة في الوتر

(أ) طولية (ب) مستعرضة (جـ) كهرومغناطيسية .

❷ نتيجة لاهتزاز الوتر يتولد في الهواء موجة

(أ) طولية (ب) مستعرضة (جـ) كهرومغناطيسية

❸ تردد الموجة الحادثة في الهواء .... التردد الذي يهتز به الوتر

(أ) أكبر من (ب) أقل من (جـ) يساوي

(23) في الشكل المقابل : ثقل بندول جذب جانباً ثم ترك ليتحرك بحرية فإذا كان زمن انتقال الثقل من X إلى Y هو 0.2 s فإن تردد الحركة الاهتزازية للبندول هو.......

(أ) 50 Hz (ب) 10 Hz (ج) 5 Hz (د) 2.5 Hz

(24) في الشكل المقابل : عند اهتزاز بندول وأثناء حركة كرة البندول في الاتجاه الموضح بالرسم فإن

1. طاقة حركة كرة البندول ....

(أ) تتناقص (ب) تتزايد (ج) تظل ثابتة .

2. طاقة وضع كرة البندول ....

(أ) تتناقص (ب) تتزايد (ج) تظل ثابتة

3. مجموع طاقتي الوضع والحركة عند نقطة (b) .... طاقة الوضع عند (c)

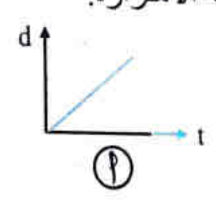
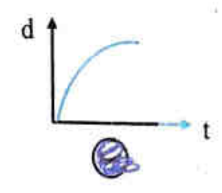
(أ) أكبر من (ب) أقل من (ج) يساوي

4. زمن وصول كرة البندول من (a) إلى (b) .... زمن وصولها من (b) إلى (c)

(أ) أكبر من (ب) أقل من (ج) يساوي

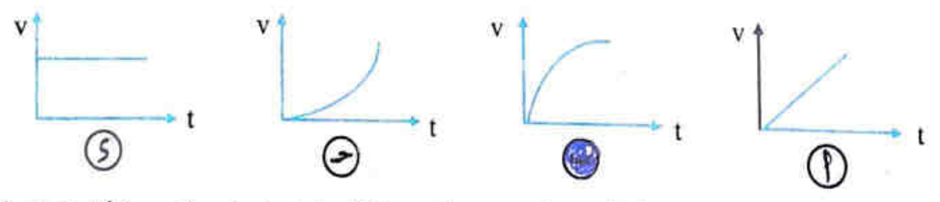
(25) في الشكل المقابل:

1. أي العلاقات التالية تعبر عن العلاقة بين زمن ازاحة كرة البندول من موضع السكون وزمن سعة الاهتزازة.

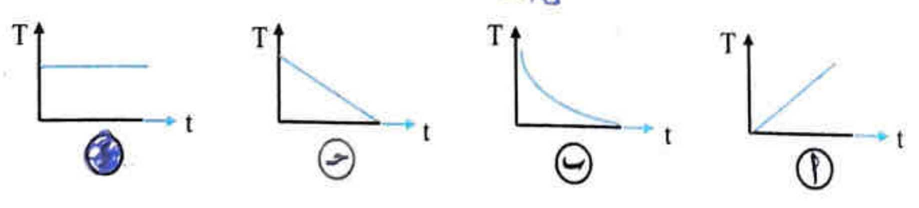
(أ) (ب) (ج) (د)

2. أي العلاقات التالية تعبر عن العلاقة بين سرعة كرة البندول من موضع السكون وزمنها.



(أ) (ب) (ج) (د)

(26) العلاقة البيانية التي توضح علاقة الزمن الدوري بالزمن الكلي لبندول يتحرك حركة اهتزازية منتظمة.



(أ) (ب) (ج) (د)

(27) الشكل المقابل : يمثل حركة ثقل معلق في ملف زنبركي فإن :

b
a
c
5 cm

❶ سعة الاهتزازة تساوي ....

(أ) 5cm (ب) 2.5cm (ج) 10cm (د) 20cm

❷ المسافة التي يقطعها الثقل خلال دورة كاملة تساوي ....

(أ) 5cm (ب) 2.5cm (ج) 10cm (د) 20cm

❸ إذا كان الثقل يعمل 150 اهتزازة في الدقيقة فإن الزمن الدوري له يساوي .... s

(أ) 5s (ب) 2.5s (ج) 0.8s (د) 0.4s

❹ الشكل البياني الذي يمثل العلاقة بين إزاحة الثقل مع الزمن عندما يبدأ الاهتزاز من الموضع (b) بحيث يعمل دورة كاملة هو ....

الازاحة (سم) T t (s)
(أ)
الازاحة (سم) T t (s)
(ب)
الازاحة (سم) T t (s)
(ج)
الازاحة (سم) T t (s)
(د)

(28) الشكل البياني المقابل : يمثل العلاقة بين إزاحة جسم مهتز والزمن ، من البيانات المدونة على الشكل فإن :

d (cm)
0.5
- 0.5
0.05 0.1 0.15 0.2 0.25 0.3 0.35 t (s)

❶ سعة الاهتزازة = ... cm

(أ) 0.5 (ب) 0.25 (ج) 0.4 (د) 0.8

❷ تردد الجسم يساوي = Hz ....

(أ) 5 (ب) 2.5 (ج) 0.4 (د) 0.8

(29) وتر يهتز كما بالشكل وتتكون موجة فإن الموجة التي تصل إلى أذن شخص ما :

(أ) موجة طولية وموجة مستعرضة (ب) موجة كهرومغناطيسية

(ج) موجة مستعرضة فقط (د) موجة طولية فقط

A B C

(30) يمثل الشكل المقابل أحد أذرع شوكة رنانة مهتزة ، أي مسار حركة يمثل اهتزازة كاملة :

(أ) A → C → B (ب) B → C → A

(ج) A → C → A (د) B → C → B

2 ماذا نقصد بقولنا أن:

(1) تردد جسم مهتز = 80 Hz
(2) إزاحة جسم مهتز = 2cm
(3) سعة اهتزازة جسم مهتز = 5cm
(4) الزمن الدوري لجسم مهتز = 0.02s
(5) عدد الاهتزازات التي يعملها الجسم في الثانية = 125 اهتزازة.
(6) أقصى إزاحة يصل إليها الجسم المهتز = 0.5cm
(7) المسافة بين نقطتين في مسار حركة جسم مهتز، سرعة الجسم عند إحداهما أقصاها وعند الاخرى منعدمة = 0.5

3 عرف كل مما يأتي:

(1) الموجة. (2) الحركة التوافقية البسيطة. (3) الإزاحة. (4) الطور.
(5) سعة الاهتزازة. (6) الاهتزازة الكاملة. (7) الزمن الدوري.

4 علل ما يأتي:

(1) عدم انتقال الصوت في الفضاء الخارجي.
(2) الموجة اضطراب ينتقل وينقل الطاقة في اتجاه انتشاره.
(3) الموجات الميكانيكية تحتاج وسط مادي تنتشر فيه.
(4) لا يسمع صوت جرس يرن داخل ناقوس مخلخل الهواء.

5 ماذا يحدث لكل مما يأتي تحت الظروف الموضحة ......؟

(1) لسطح ماء بركة راكدة عندما تقذف فيه حصوة صغيرة؟
(2) للزمن الدوري لحركة اهتزازية عندما يزداد التردد لضعف؟
(3) عند زيادة الزمن الذي يستغرقه الجسم لعمل اهتزازة كاملة بالنسبة للتردد؟

6 أذكر المفهوم العلمي الدال على كل عبارة مما يلي:

(1) حركة تتميز بأن لها نقطة بداية ونقطة نهاية.
(2) حركة تكرر نفسها بانتظام على فترات زمنية متساوية
(3) أقصى إزاحة يصل اليها الجسم المهتز.
(4) اضطراب لحظي ينتقل وينقل الطاقة باتجاهه.

(5) موضع واتجاه حركة جزئ من جزيئات الوسط عند لحظة معينة.

(6) الحركة التي يعملها الجسم المهتز على جانبي موضع سكونه وعلى فترات زمنية متساوية.

(7) عدد الموجات التي تمر بنقطة ما في وحدة الزمن.

(8) الزمن اللازم لعمل اهتزازة كاملة.

7 أكمل الفراغات التالية بما يناسبها:

(1) الحركة الانتقالية تتميز بأن لها ....، ....

(2) الزمن اللازم لعمل اهتزازة كاملة يسمي ....

(3) أقصى إزاحة يصل إليها الجسم المهتز تعرف بـ ....

(4) موضع في مسار حرك الجسم المهتز تكون سرعة الجسم عندها أقصاها تسمى ....

(5) الموجات التي تنشأ نتيجة اهتزاز جزيئات وسط مادي تسمى ....

(6) بعد الجسم عن موضع اتزانه في لحظة ما يعرف بـ ....

(7) يتناسب تردد موجة تناسباً................. مع زمنها الدوري.

(8) تنتقل موجات الصوت في .... ولا تنتقل في ....

(9) من أمثلة المصادر المهتزة ....، ....، ....

(10) شروط حدوث موجة ميكانيكية ....، ....، ....

(11) عند وصول الجسم المهتز من موضع سكونه لأقصى إزاحة له تكون سرعته ....

(12) إذا زاد تردد موجة فإن زمنها الدوري ....

(13) تردد جسم ما يساوي .... زمنها الدوري.

(14) عدد الاهتزازات التي يعملها الجسم المهتز في الثانية هو ....

(15) الحركة التي يعملها الجسم المهتز في الفترة الزمنية التي تمضي بين مروره بنقطة واحدة في مسار حركته مرتين متتاليتين وفي اتجاه واحد تسمى ....

(16) حركة يعبر عنها رياضياً بمنحنى جيبي تسمى ....

8 متى؟

(1) تكون سرعة الجسم المهتز أقصى ما يمكن؟

(2) تكون سرعة الجسم المهتز مساوية للصفر؟

(3) طاقة حركة البندول أكبر ما يمكن؟

(4) طاقة حركة البندول مساوية للصفر؟

(5) تكون إزاحة جسم مهتز منعدمة؟

9 ضع علامة (✓) أو (x)

(1) تعتبر حركة البندول حركة دورية اهتزازية.
(2) تتكرر الحركة الدورية لجسم المهتز على فترات زمنية متساوية.
(3) اهتزاز الشوكة الرنانة مثال للحركة الدورية الدائرية.
(4) سرعة الجسم المهتز نهاية عظمى عند موضع الاتزان
(5) يكون مقدار الإزاحة متساوياً على جانبي موضع السكون في الحركة التوافقية البسيطة.
(6) سرعة الجسم المهتز منعدمة عند أقصى ازاحة له.
(7) في الحركة الاهتزازية تزداد السرعة كلما زادت الازاحة.
(8) البندول يتحرك دائماً فى اتجاه واحد
(9) الزمن الدوري يعادل ربع زمن اهتزازة كاملة
(10) يعتبر حركة البندول حركة انتقالية.
(11) تتضمن الاهتزازة الكاملة خمس سعات اهتزازة .
(12) الجسم الذي تردده 6 Hz يكون زمنه الدوري 60s
(13) حاصل ضرب التردد في الزمن الدوري يساوى واحد صحيحاً
(14) التردد هو المعكوس الضربي للزمن الدورى
(15) الزمن الدورى لجسم مهتز يساوى مقلوب الازاحة.
(16) الجسم الذي تردده 160 Hz يصنع 80 اهتزازة خلال نصف ثانية.
(17) حركة موجات الماء عند إلقاء حجر فيه تمثل حركة موجية.
(18) خط انتشار الموجة هو اتجاه انتقال الطاقة الموجية.
(19) تتشابه الحركة الاهتزازية مع الحركة الموجية في امكانية تمثيل كل منهما بمنحنى جيبيي
(20) ينتقل الصوت في الفراغ.
(21) التردد هو اقصى إزاحة تصل اليها جزيئات الوسط
(22) مقلوب الزمن الدورى هو التردد

10 صوب ما تحته خط

(1) حركة الارجوحة تمثل حركة <u>انتقالية</u>.
(2) تتضمن الاهتزازة الكاملة <u>ثلاث</u> سعة اهتزازة.
(3) تردد الجسم المهتز يساوى مقلوب <u>الإزاحة</u>.
(4) الجسم الذي تردده 100 Hz يقوم بعمل <u>اهتزازة واحدة كل 100s</u>

V = λ . f
السرعة   الطول الموجي   التردد

11 أسئلة متنوعة

(1) ما هى شروط حدوث الموجات الميكانيكية ؟

(2) أذكر الكمية الفيزيائية التى تقاس بوحدة (دورة / ثانية) مع كتابة الوحدة المكافئة لها.

(3) لديك يويو (ملف زنبركي) في نهايته ثقل ومثبت رأسيا

❶ ارسم المنحنى الذي يمثل الحركة التي يحدثها الثقل عند اهتزازه

❷ ماذا يسمى المنحنى الناتج وما اسم الحركة التي يحدثها

(4) في الشكل الذي امامك بندولاً بسيطاً مهتز هل يطرأ عليه أي تغيرات عند انتقاله من سطح الارض الي سطح القمر بفرض اهمال مقاومة الهواء بالنسبة لـ (التردد – الزمن الدوري) ؟

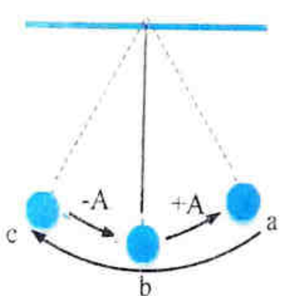
(5) أرجوحةٌ كبيرةٌ نعدُّها بندولاً كبيراً كما هو موضّح بالشكل جانباً تهتزَ إلى جانبَي موضع توازنها بسعة كبيرة، ويجلس فيها أربعةُ A, B, C, D ، فالشخص الذي تكون سرعته الخطيّة أكبر ما يمكن عند المرور بوضع السكون هو:

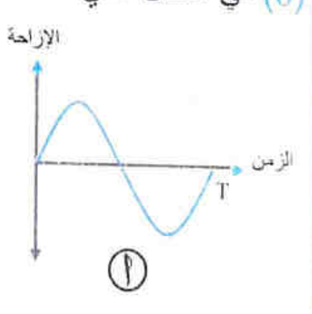


(أ) الشخص A   (ب) الشخص B

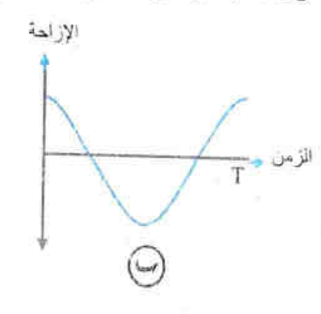
(ج) الشخص C   (د) الشخص D

(6) في الشكل الذي امامك بندول بسيط يتحرك حركة اهتزازية يمكن تمثيل حركته الاهتزازية بتمثيل منحني جيبي

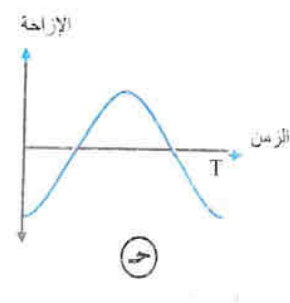




(أ)

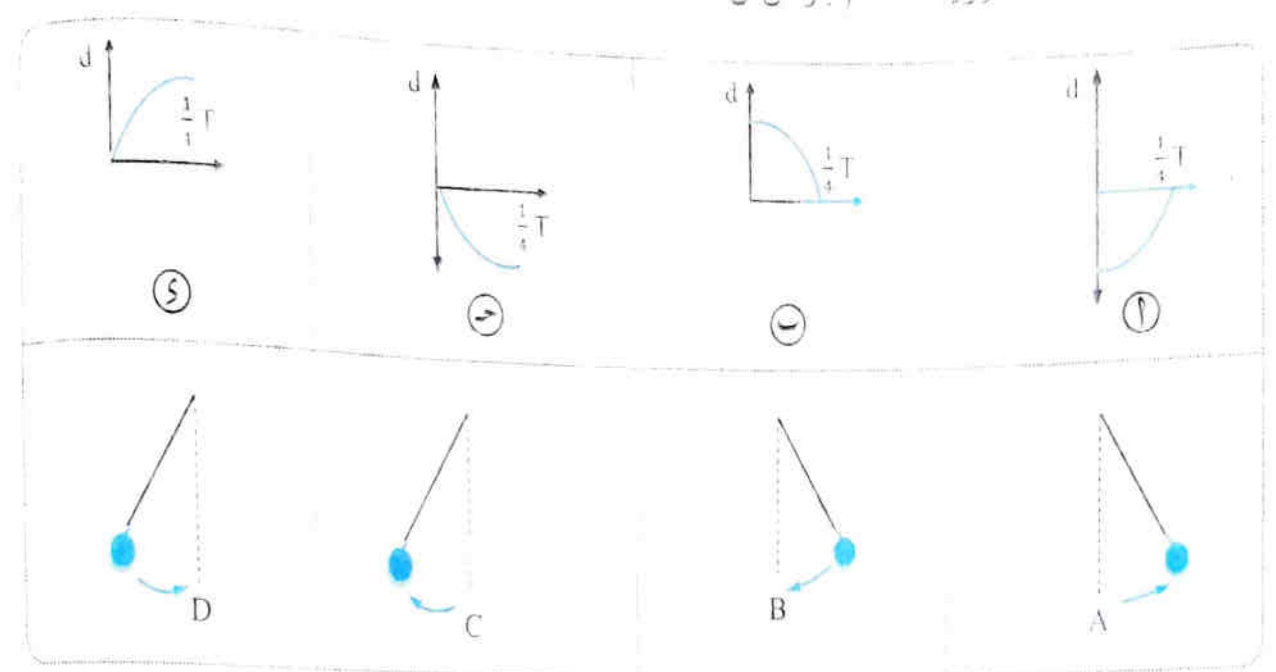


(ب)

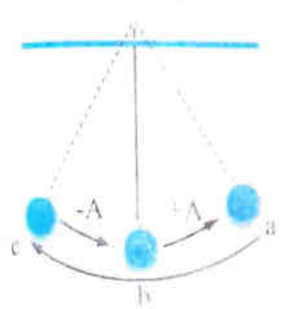
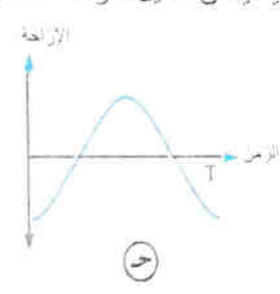
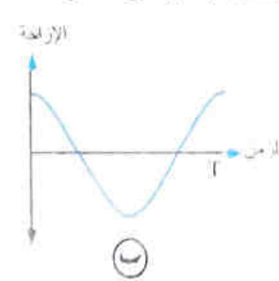
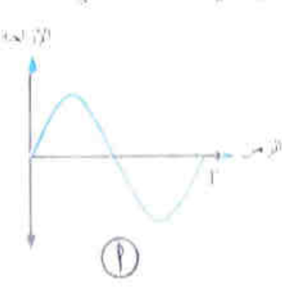


(ج)

(7) صل الشكل البياني المعبر عن ازاحة البندول عن موضع سكونه والزمن المستغرق خلال ربع دورة بما يناسبه من حركة البندول المهتز بمراحل طوريه مختلفة (بفرض ان الشكل A بداية حركة البندول)



(8) في الشكل الذي امامك بندول بسيط يتحرك حركة اهتزازية يمكن تمثيل حركته الاهتزازية بتمثيل منحنى جيبي

في حالة عمل اهتزازة كاملة اختر المنحنى الجيبي المناسب عن البدء من :

1 الموضع a
2 الموضع b
3 الموضع c

(9) الشكل التالي : يوضح بندول بسيط يتحرك بسعة اهتزازة ثابتة








1 ما نوع حركة البندول

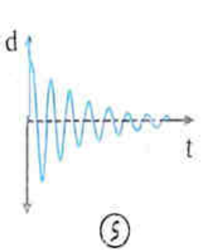
2 أي الأوضاع متفقة في الطور في الاشكال الموضحة

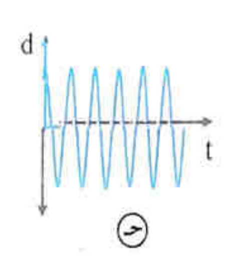
(10) يحوي كأس ماء على مكعب خشبي (A) فيطفو وهو بحالة توازن وقد برز جزء منه فوق سطح الماء. عند التأثير على المكعب بقوة لأسفل ليغمر كلياً بالماء ثمّ يترك فجأة.

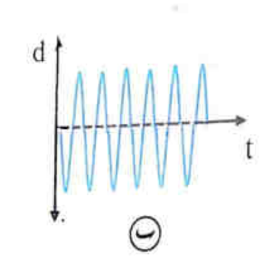
- ما نوع حركة المكعب الخشبي مع التفسير

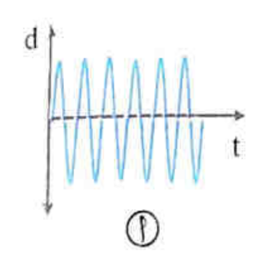


(11) في الشكل المقابل : إذا شد الوتر من موضع سكونه (a) إلى نقطة (b) ثم ترك ليهتز حتى يتوقف عن الحركة ، فأى الأشكال البيانية التالية يعبر عن الازاحة والزمن ؟ مفسراً اجابتك ؟.

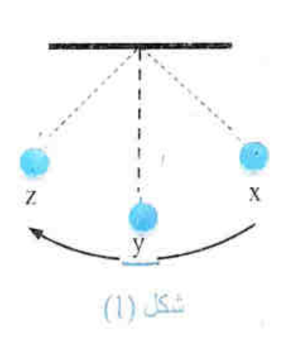






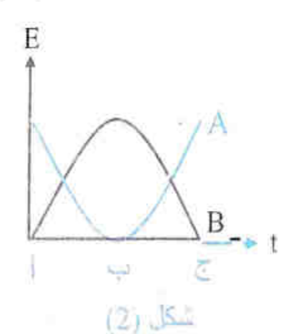


(12) عند تحريك كرة البندول من الموضع (x) الي الموضع (z)



شكل (1)

الشكل البياني الذي يمثل تغيرات طاقتى الحركة والوضع لكرة البندول



شكل (2)

أولاً : أكمل :

1 من الشكل (1) عندما تنتقل كرة البندول من نقطة (x) الي النقطة (y) تندفع الي الجانب الاخر (z) بسبب ....

ثانياً : من الشكل (2) : أكمل ما يأتي :

2 الزمن اللازم لقطع المسافة بين النقطتين (أ ، ب) يساوي .... الزمن الدوري (T).

3 الخط البياني الذي يمثل التغير في طاقة الوضع هو .... ، والخط الذي يمثل التغير في طاقة الحركة هو ....

4 تقل طاقة .... ثم تزداد ، وتزداد طاقة .... ثم تقل .

ثالثاً : أختر بالاستعانة بالشكل (2)

5 أي من المواضع (أ ، ب ، ج) تمثل موضع السكون (y) ؟

6 مجموع طاقتى الوضع والحركة عند نقطة (ب) .... مجموع طاقتى الوضع والحركة عند نقطة (ج)

12 مسائل متنوعة

(1) مولد موجي يحدث 16 موجة فى 4 ثواني احسب :

❶ التردد.

❷ الزمن الدورى.

[4 Hz ، 0.25s]

---

(2) جسم مهتز يحدث 1200 ذبذبة كاملة فى الدقيقة بحيث تقطع كل ذبذبة كاملة مسافة قدرها 20 cm احسب :

❶ سعة الذبذبة .

❷ التردد.

❸ الزمن الدورى.

[5 cm , 20 Hz , 0.05s]

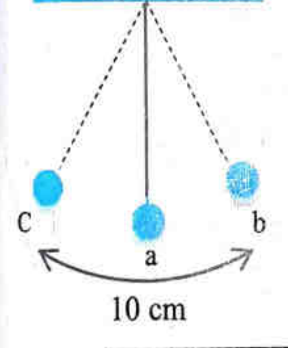
---

(3) جسم طافي على سطح مياه بحيرة إذا كانت موجات البحيرة تسبب تذبذب هذا الجسم لأعلى ولأسفل 90 مرة فى الدقيقة احسب تردد هذه الموجات.

[1.5 Hz]

---

(4) الشكل يمثل بندول بسيط مهتز فإذا أحدث هذا البندول 8 اهتزازة خلال 4 ثواني احسب:



❶ تردد البندول.

❷ الزمن الدورى له و زمن حركة البندول من a إلى b

❸ سعة الاهتزازة.

[2Hz , 0.5 s , 0.125s , 5 cm]

---

(5) شوكة رنانة تستغرق أقصى إزاحة تصنعها زمنا قدره $7\times10^{-4}s$ فما تردد هذه الشوكة الرنانة .

[357.1 Hz]

---

(6) مصدر مهتز يحدث 3600 اهتزازة كل 3 min فما تردده وما الزمن الدوري لموجاته.

[20Hz , 0.05s]

---

(7) وتر يهتز بحيث تستغرق أقصى ازاحة له فترة زمنية تساوي 0.01s ، احسب تردده.

[25 ذ/ث]

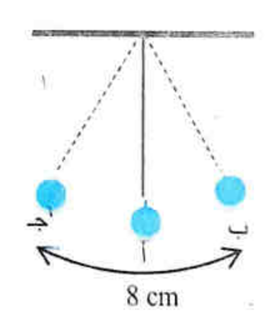
---

(8) جسم مهتز زمنه الدوري = $\frac{1}{4}$ تردده احسب التردد والزمن الدوري له.

[2Hz , 0.5s]

---

(9) الشكل يمثل حركة ثقل مربوط بملف زنبركي فإذا اهتز الثقل تحت تأثير الزنبرك بحيث يحدث 100 ذبذبة في زمن 5 ثانيـــة فأحسب:

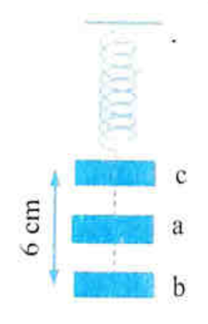


❶ سعة الاهتزازة. ❷ التردد ❸ الزمن الدوري

[2.5 Cm - 20 Hz - 0.05 s]

---

(10) الشكل المقابل يمثل بندولاً بسيطا يهتز فإذا أحدث هذا البندول 120 اهتزازة خلال 6s



فاحسب كلا من:

❶ تردد البندول

❷ الزمن الدوري

❸ سعة الاهتزازة

[20 Hz , 0.05s , 4cm]

---

(11) الشكل المقابل يمثل بندول زنبركي يعمل 80 اهتزازة في 4s احسب:

❶ التردد ❷ الزمن الدوري ❸ سعة الاهتزازة

6 cm
c
a
b

[20 Hz , 0.05s , 3 cm]



1 أسئلة الاختيار من متعدد

(1) عند انتقال موجة من الهواء إلى الماء فإن ترددها........................

Ⓐ يزداد Ⓑ يقل Ⓒ يظل ثابت

(2) عندما تهتز جزيئات الوسط في اتجاه عمودى على اتجاه انتشار الحركة الموجية فإن الموجة تسمى ....

Ⓐ طولية Ⓑ مستعرضة Ⓒ الإثنين معاً

(3) عندما تهتز جزيئات الوسط في نفس اتجاه انتشار الحركة الموجية فإن الموجة تسمى ....

Ⓐ طولية Ⓑ مستعرضة Ⓒ موقوفة Ⓓ كهرومغناطيسية

(4) عند تحريك ماء فى حوض بواسطة لوح من الخشب يحدث عند القاع موجات ....

Ⓐ طولية ومستعرضة Ⓑ طولية Ⓒ مستعرضة . Ⓓ كهرومغناطيسية

(5) تنتقل الموجات في الماء على هيئة ....

Ⓐ أمواج طولية Ⓑ أمواج مستعرضة Ⓒ أمواج طولية ومستعرضة

(6) عند وضع قطعة من الخشب على سطح ماء في حوض ، فإذا تولدت موجة على سطح الماء تنتشر في الاتجاه الموضح بالشكل فإن قطعة الخشب ....

اتجاه انتشار الموجة

Ⓐ تهتز لأعلى ولأسفل وتنتقل في نفس اتجاه انتشار الموجة .

Ⓑ تهتز لأعلى ولأسفل وتنتقل في عكس اتجاه انتشار الموجة .

Ⓒ تهتز لأعلى ولأسفل ولا تنتقل من مكانها .

Ⓓ تظل ساكنة في مكانها .

(7) الموجات الكهرومغناطيسية هي موجات ....

Ⓐ طولية Ⓑ مستعرضة Ⓒ منها طولية ومنها مستعرضة

(8) أى الموجات التالية تصف أمواج الضوء ....

Ⓐ أمواج طولية تحتاج إلى وسط مادي تنتشر فيه.

Ⓑ أمواج مستعرضة تحتاج إلى وسط مادي تنتشر فيه.

Ⓒ طولية لا تحتاج إلى وسط مادي تنتشر فيه.

Ⓓ أمواج مستعرضة لا تحتاج إلى وسط مادي تنتشر فيه.

(9) تنتشر الموجات الميكانيكية فى الغازات على شكل موجات ....

Ⓐ مستعرضة فقط Ⓑ طولية فقط Ⓒ طولية ومستعرضة

(10) عند انتشار موجات الضوء في الهواء فإن جزيئات الهواء ....

(أ) تهتز عمودياً على اتجاه انتشار الموجة (ب) تهتز فى اتجاه انتشار الموجة

(ج) تهتز عمودياً وفى اتجاه انتشار الموجة (د) لا تهتز

(11) إذا كانت المسافة بين نقطتين متتاليتين لهما نفس الطور في موجة ما تساوي 20 cm فإن طول هذه الموجة يساوي .....

(أ) 5 cm (ب) 10 cm (ج) 20 cm (د) 40 cm

(12) المسافة التي تنتقلها الموجة خلال زمن دوري واحد (T) تساوي ....

(أ)ربع طول موجي (ب) نصف طول موجي (ج) ضعف الطول الموجى (د) الطول الموجى.

(13) المسافة بين مركز تضاغط ومركز تخلخل تالي له 8 سم فإن الطول الموجى يساوى ....

(أ) 4 cm (ب) 8 cm (ج) 16 cm (د) 32 cm

(14) يطلق على نصف المسافة الرأسية بين القمة والقاع لموجة مستعرضة ....

(أ) التردد (ب) الطول الموجى (ج) الازاحة (د) **سعة الاهتزازة**

(15) المسافة الأفقية بين قمة وقاع تالي لها 10 سم فإن الطول الموجى يساوى .... سم .

(أ) 5 cm (ب) 10 cm (ج) 20 cm (د) 40 cm

(16) إذا كانت المسافة بين القمة الأولى والخامسة لموجة مستعرضة 24 سم يكون **طولها الموجي**.......................

(أ) 6 cm (ب) 12 cm (ج) 4 cm (د) 14 cm

(17) التمثيل الاتجاهي للموجة الطولية بين اتجاه انتشار الموجة (A) واهتزاز **جزيئات الوسط** (B) ....

(أ) (ب) (ج) (د)

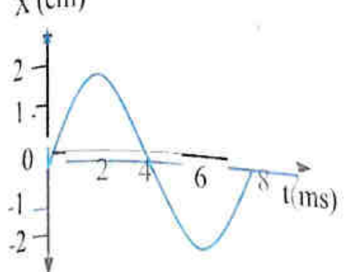
(18) المنحنى OPQRS يمثل موجة ترددها 50 هرتز، تكون الفترة الزمنية بين النقطتين O , P على الشكل هي.

(أ) $\frac{2}{25}$ s (ب) $\frac{1}{25}$ s (ج) $\frac{1}{50}$ s (د) $\frac{1}{200}$ s

(19) يمثل الشكل أمواجاً طولية منتشرة في ملف زنبركي من الطرف O إلى الطرف Z طول هذه الموجة هو المسافة......

(أ) 2 O Z (ب) 0 Z (ج) 2 P Q (د) P Q

(20) يوضح الشكل المقابل جانباً من حركة موجية بنفس مقياس الرسم تكون



1- سعة هذه الموجة هي..........

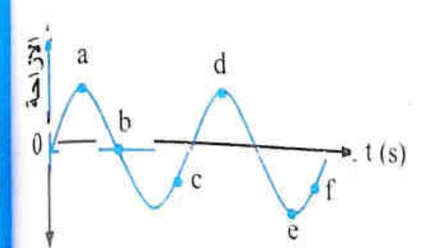
Ⓐ 2 cm Ⓑ 3 cm Ⓒ 4 cm Ⓓ 6 cm

2- تردد الموجة هو...........

Ⓐ 100 Hz Ⓑ 125 Hz Ⓒ 250 Hz Ⓓ 50 Hz

(21) إذا كانت المسافة الأفقية بين القاع الأول والقمة الثالثة في موجة مستعرضة تساوي 15 cm يكون طول الموجة ...

Ⓐ 5cm Ⓑ 10 cm Ⓒ 15 cm Ⓓ 22.5 cm



(22) الشكل المقابل يوضح العلاقة بين الازاحة والزمن بموجة مستعرضة ، اختر من الجدول التالي النقاط التي يكون فرق الطور بينها ....

	90°	180°	270°	360°
Ⓐ	ab	ad	ae	df
Ⓑ	ef	cd	ad	de
Ⓒ	ab	de	bd	ad
Ⓓ	dc	ab	ad	dc

(23) يمكن تعيين سرعة انتشار الموجة من العلاقة.......................

Ⓐ $\lambda = \frac{V}{\upsilon}$ Ⓑ $\lambda = V \cdot \upsilon$ Ⓒ $\upsilon = \frac{\lambda}{V}$ Ⓓ $\upsilon = v . \lambda$

(24) الموجات الكهرومغناطيسية هي موجات.............................

Ⓐ طولية سرعتها متغيرة Ⓑ مستعرضة سرعتها ثابتة Ⓒ منها طولية ومنها مستعرضة سرعتها ثابتة

(25) حاصل ضرب سرعة الموجة في زمنها الدوري يساوي...........................

Ⓐ التردد Ⓑ الطول الموجي Ⓒ السرعة Ⓓ سعة الموجة

(26) إذا كانت المسافة التي يشغلها تضاغط موجة صوت ترددها 800 Hz هي 20 سم تكون سرعة الصوت...........

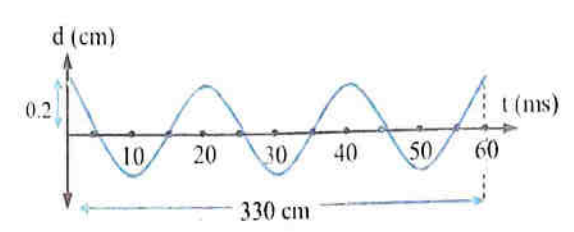
Ⓐ 40 m/s Ⓑ 340 m/s Ⓒ 320 m/s Ⓓ 20 m/s

(27) عندما يقل تردد حركة موجية فى وسط ....

Ⓐ يزداد طولها الموجى Ⓑ يقل طولها الموجى

Ⓒ تقل سرعتها Ⓓ تزداد سرعتها، يقل طولها الموجى وتزداد سرعتها

(28) من الشكل البياني العلاقة بين الإزاحة (cm) والزمن (ms) لحركة موجية ، أي صف من صفوف الجدول التالي يعبر عن الموجة



	سعة الاهتزازة	تردد الموجة	سرعة الموجة
Ⓐ	0.1 cm	100 Hz	73.3 m/s
Ⓑ	0.2 cm	50 Hz	55 m/s
Ⓒ	0.4 cm	25 Hz	20 m/s
Ⓓ	0.2 cm	200 Hz	55 m/s

(29) إذا زاد الطول الموجي لموجة تنتشر في وسط للضعف فإن ....

Ⓐ التردد يزداد للضعف　Ⓑ السرعة تزداد للضعف

Ⓒ السرعة تظل ثابتة　Ⓓ الزمن الدوري يزداد للضعف

(30) استغرقت أقصى إزاحة لموجة 0.002 ثانية ، طولها الموجي 40 سم فإن سرعتها .... م/ث

Ⓐ 250　Ⓑ 125　Ⓒ 50

(31) جعلت ساق تهتز 4 مرات في الثانية بدلاً من 2 في نفس الوسط. يؤدى هذا إلى أن تغير الموجات ....

Ⓐ ترددها فقط　Ⓑ ترددها وطولها الموجي　Ⓒ سرعتها وترددها　Ⓓ سرعتها وطولها الموجي

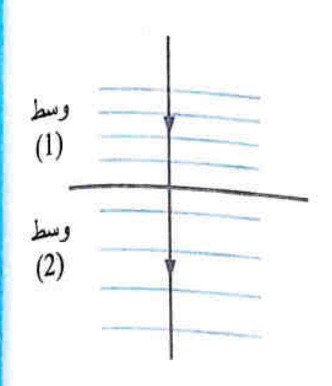
(32) الشكل المقابل يوضح العلاقة البيانية بين الإزاحة والزمن لموجتين مختلفتين تنتشران في نفس الوسط ، فأي الخيارات التالية يعبر عن العلاقة بين .... (علماً بأن كل صف يمثل اختيار)

	التردد (υ)	سرعة الانتشار (V)
Ⓐ	$\upsilon_A = \upsilon_B$	$V_A = 2V_B$
Ⓑ	$\upsilon_A = \frac{1}{2}\upsilon_B$	$V_A = \frac{1}{2}V_B$
Ⓒ	$\upsilon_A = 2\upsilon_B$	$V_A = V_B$
Ⓓ	$\upsilon_A = 4\upsilon_B$	$V_B = V_A$

(33) ميل الخط المستقيم بين السرعة والطول الموجى ....

Ⓐ مقلوب التردد　Ⓑ الزمن الدورى　Ⓒ مقلوب الزمن الدوري　Ⓓ السعة

(34) الشكل المقابل : يوضح موجة انتقلت من وسط (1) إلى وسط (2) فأي الخيارات التالية يعبر عن كل من الزمن الطول الموجي الزمن الدوري والسرعة عند انتقال الموجة من الوسط (1) إلى الوسط (2)



	الطول الموجي	الزمن الدوري	سرعة الموجة
أ	يظل ثابت	يزداد	تزداد
ب	يزداد	لا يتغير	تزداد
ج	يقل	يزداد	تقل
د	يزداد	يزداد	تزداد

(35) إذا علمت أن زمن أقصى ازاحة لموجة صوتية 0.1s وأن طول هذه الموجة 20cm فإن سرعة انتشارها في الفراغ

Ⓐ 2cm/s   Ⓑ 4cm/s   Ⓒ 8cm/s   Ⓓ zero

(36) يصدر الدولفين أصواتاً ترددها 150 ألف هرتز، إذا كانت سرعة الصوت في الماء 1500 m/s يكون طول موجة هذا الصوت ....

Ⓐ 10 m   Ⓑ 1 m   Ⓒ 0.1 m   Ⓓ 0.01 m

(37) النسبة بين الطول الموجي لموجة والزمن الدوري لها يساوي ....

Ⓐ عدد الموجات   Ⓑ سرعة الموجة   Ⓒ تردد الموجة   Ⓓ سعة الموجة

(38) النسبة بين تردد موجة سرعتها فى وسط ما V إلى تردد نفس الموجة عند انتقالها لوسط آخر سرعتها فيه 2V ....

Ⓐ أقل من الواحد الصحيح   Ⓑ أكبر من الواحد الصحيح   Ⓒ تساوي الواحد الصحيح

(39) النسبة بين طول موجة سرعتها فى وسط ما V إلى طول نفس الموجة عند انتقالها لوسط آخر سرعتها فيه 2V ....

Ⓐ $\frac{1}{2}$ Ⓑ $\frac{2}{1}$ Ⓒ $\frac{1}{1}$

(40) **الشكل المقابل** يمثل موجة صوتية تنتشر في الهواء ، فإذا انتقلت إلى وسط آخر سرعة الصوت **فيه أكبر** من سرعته في الهواء ، فأي الأشكال التالية يمثل انتشار الموجة في الوسط

تضاغط
تخلخل

Ⓐ   Ⓑ   Ⓒ   Ⓓ

(41) تردد الموجة المنتشرة فى وسط معين يحددها ....

Ⓐ تردد المصدر   Ⓑ طول الموجة   Ⓒ طبيعة الوسط   Ⓓ سعة الموجة

(42) تولدت موجات في حوض بتردد معين ، فإذا زاد التردد فإن الموجات .....

(أ) تتباعد عن بعضها (ب) تتقارب من بعضها (ج) تزداد سرعتها (د) تقل سعتها

(43) وقف عمرو على شاطئ البحر لمشاهدة الموجات فلاحظ أن كل ثانيتين يمر أمامه أربع موجات و كل موجة طولها 0.5m فتكون سرعة الموجات ....

(أ) 0.2 m/s (ب) 0.25 m/s (ج) 0.5 m/s (د) 1 m/s

(44) موجتان صوتيتان ترددهما 300 Hz ، 600 Hz تنتشران فى الهواء تكون النسبة بين سرعتيهما ....

(أ) 2 : 1 (ب) 1 : 2 (ج) 1 : 1 (ب) 1 : 4

(45) في الشكل المقابل: يوضح صدر موجة علي سطح بحيره لإحدى الموجات التي تكونت عندما القي شخص بحجر عند النقطة (x) اي من المناطق التالية في البحيرة تكون اكثر ضحالة ؟..........

(أ) A (ب) B (ج) C (د) D

(46) لوحظ في احدى العواصف الرعدية أن الزمن الفاصل بين رؤية البرق وسماع صوت الرعد يساوي 3 s ، فإذا علمت أن سرعة الصوت في الهواء 340m/s ، فإن بعد السحب التي أحدثت البرق يساوي ....

(أ) 510 m (ب) 1020 m (ج) 2040 m (د) 1200 m

(47) يعمل مصدر مهتز على توليد 5 موجات كل ¼ ثانية إذا كان الطول الموجى للأمواج المتولدة 2 cm ، فإن سرعة انتشار الموجات المتولدة تساوي ....

(أ) 0.16 m/s (ب) 0.8 m/s (ج) 0.4 m/s (د) 80 m/s

(48) أى الموجات تكون أكبرهم سرعة ....

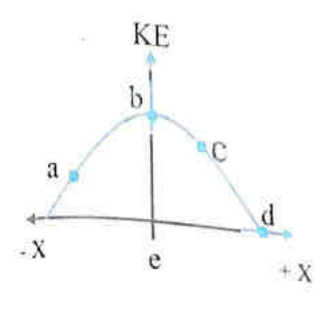
(أ) A (ب) B (ج) C (د) جميعهم متساوية

(49) محطة ارضية ترسل موجات لاسلكية نحو القمر وتم استقبال الموجات المنعكسة عن القمر بواسطة رادار المحطة بعد زمن 2.7 s ، فإذا علمت أن سرعة الموجات اللاسلكية 3×10^8 m/s يكون بعد القمر عن الأرض .... كم .

(أ) 8.1×10^8 (ب) 4.05×10^5 (ج) 4.05×10^8 (د) 8.1×10^5

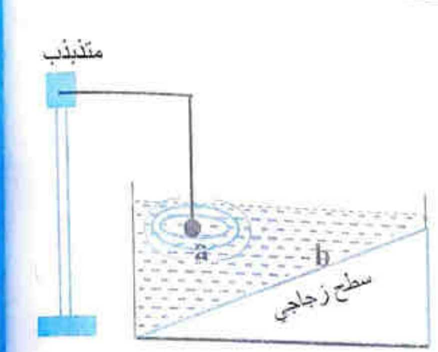
(50) إذا كان الانسان يستطيع سماع أصوات ترددها بين (20Hz ، 20000Hz) فإذا كانت سرعة الصوت في الهواء 340m/s فإن أقل طول موجي يمكن سماعه هو ....

(أ) 1.7 m (ب) 17 cm (ج) 1.7 cm (د) 0.17 m



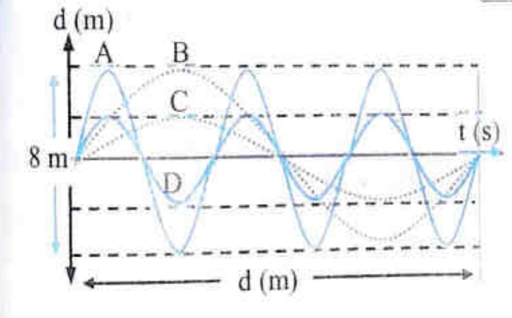
(51) الشكل المقابل : يوضح العلاقة بين طاقة الحركة والازاحة لجسم يتحرك حركة توافقية بسيطة فإن :

	موضع اتزان الجسم	النقطة التي تكون عندها سرعة الجسم أكبر ما يمكن	النقطة التي تكون عندها عجلة الجسم أكبر ما يمكن
ⓐ	d	A	b
ⓑ	d	D	e
ⓒ	e	C	a
ⓓ	e	B	d



(52) وضع لوح زجاجي مائل في حوض موجات كما هو موضح بالشكل ، فإذا كانت سرعة الموجات عند نقطة (a) تساوي 1.5m/s وطولها الموجي عند نقطة (b) يساوي 2cm ، فأي الصفوف التالية يكون صحيحا

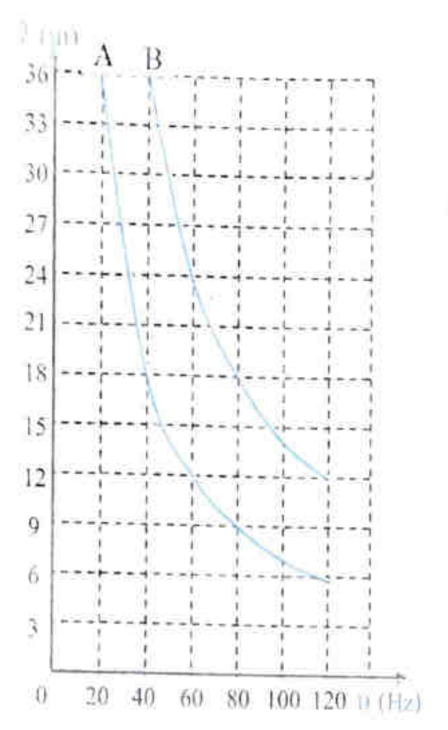
	الطول الموجي عند (a)	السرعة عند (b)	تردد المتذبذب (υ)
ⓐ	2.2 cm	1.36 m/s	68 Hz
ⓑ	0.55 cm	0.72 m/s	75 Hz
ⓒ	1.82 cm	1.65 m/s	61.8 Hz
ⓓ	2.2 cm	0.72 m/s	68 Hz



(53) أربعة موجات A ، B ، C ، D تتحرك في نفس الوسط في فتنتقل مسافة d (m) خلال زمن t (s) كما هو مبين بالشكل ، أي الخيارات الأتية يكون صحيحاً للنسبة بين ....

	سعة A : سعة C	تردد A : تردد B	سرعة A : سرعة c
ⓐ	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}$
ⓑ	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{1}{1}$
ⓒ	$\frac{2}{1}$	$\frac{3}{1}$	$\frac{1}{1}$
ⓓ	$\frac{3}{1}$	$\frac{2}{1}$	$\frac{3}{1}$

(54) الشكل المقابل يوضح العلاقة بين الطول الموجي والتردد لعدة مصادر من نفس النوع تهتز في وسط (A) حيث سرعة الموجات المتولدة (V_1) وتنتقل هذه الموجات إلى وسط أخر (B) بسرعة (V_2) فأي الخيارات التالية يحدث عند انتقال الموجات من الوسط (A) إلى الوسط (B) (علماً بأن كل صف يمثل اختيار)



	سرعة الموجة	النسبة $\frac{V_A}{V_B}$	الزمن الدوري
(أ)	تزداد	$\frac{2}{1}$	يزداد
(ب)	تقل	$\frac{1}{1}$	ثابت
(ج)	تقل	$\frac{4}{1}$	يقل
(د)	تزداد	$\frac{1}{2}$	ثابت

2 ماذا نقصد بقولنا أن:

(1) طول موجة مستعرضة = 20 سم.

(2) طول موجة صوتية = 0.5 متر.

(3) المسافة الافقية بين قمة وقاع تالي في موجة مستعرضة لها = 25 سم.

(4) المسافة الرأسية بين قمة وقاع تالي في موجة مستعرضة لها = 6 سم.

(5) المسافة بين القمة الأولى والقمة الثالثة لموجة مستعرضة = 15 سم.

(6) المسافة التي يشغلها تضاغط في موجة طولية = 3 سم.

(7) المسافة بين مركز التضاغط الأول والتضاغط الثالث في موجة طولية = 6 سم.

(8) حاصل ضرب تردد موجة في طولها الموجي = 50 م/ث.

(9) المسافة التي تقطعها الموجة خلال زمن دوري واحد = 20 cm

(10) سرعة موجة = 20 m/s

3 علل ما يأتي:

(1) الموجات الحادثة على سطح الماء موجات مستعرضة.

(2) الموجات الكهرومغناطيسية لا تحتاج لوسط مادي تنتشر خلالها.

(3) لا يستطيع رواد الفضاء التحدث مباشرة على سطح القمر ولكن يستخدمون أجهزة لاسلكية.

(4) يصل ضوء الشمس إلى الأرض بينما لا يصل صوت الانفجارات بها.

(5) ينتشر الصوت في الغازات على هيئة موجات طولية فقط.

(6) تنتشر الموجات في السوائل والجوامد على شكل موجات طولية ومستعرضة.

(7) في الماء تتولد موجات مستعرضة عند السطح وموجات طولية عند القاع.

(8) عدم انتقال الصوت في الفضاء الخارجي.

(9) كلما زاد تردد موجة ما في وسط قل طولها الموجي.

(10) سرعة الصوت في المواد الصلبة أكبر من سرعته في السوائل.

4 ماذا يحدث لكل مما يأتي تحت الظروف الموضحة ......؟

(1) الطول الموجى لموجة مستعرضة عند زيادة سعة الاهتزازة ، وثبوت التردد؟

(2) زيادة عدد الموجات الحادثة خلال مسافة معينة بالنسبة للطول الموجى؟

(3) للزمن الدوري لحركة موجية عندما يزيد التردد للضعف؟

(4) الطول الموجى عندما يتضاعف التردد فى نفس الوسط؟

(5) سرعة انتشار الموجة فى نفس الوسط عندما يتضاعف الطول الموجى؟

(6) سرعة انتشار الموجة فى نفس الوسط عندما يتضاعف التردد؟

(7) الطول الموجى لموجة انتقلت بين وسطين مختلفين؟

(8) زيادة سرعة موجة عند انتقالها من وسط لآخر بالنسبة للطول الموجى لها؟

5 أذكر المفهوم العلمي الدال على كل عبارة مما يلي:

(1) أقصى إزاحة لجزيئات الوسط في الاتجاه الموجب.

(2) أقصى إزاحة لجزيئات الوسط في الاتجاه السالب.

(3) الموضع من الموجة الذي تتباعد فيه جزيئات الوسط.

(4) موجة تهتز فيها جزيئات الوسط عمودياً على اتجاه انتشارها.

(5) المسافة التي يشغلها تضاغط في موجة طولية.

(6) حاصل ضرب التردد في طول الموجة.

(7) المسافة التي تقطعها الموجة في وحدة الزمن.

(8) نسبة الطول الموجي لموجة إلى زمنها الدوري.

(9) حاصل ضرب سرعة الموجة في زمنها الدوري.

(10) النسبة بين سرعة الموجة وترددها.

6 أكمل الفراغات التالية بما يناسبها:

(1) حاصل ضرب التردد في الزمن الدوري يساوي ....

(2) الموجات التي تنشأ نتيجة اهتزاز جزيئات وسط مادي تسمى ....

(3) المسافة بين نقطتين متتاليتين لهما نفس الطور تسمى ....

(4) تنتقل موجات الصوت في .... ولا تنتقل في ....

(5) موجات تنتشر بسرعة ثابتة في الفراغ هي الموجات ....

(6) إذا زاد تردد موجة تنتشر في وسط ما فإن طول الموجة ....

(7) الموجة التى تهتز فيها جزيئات الوسط باتجاه عمودى على اتجاه انتشار الحركة تسـمى ....

(8) في الموجة الطولية تهتز جزيئات الوسط في .... اتجاه انتشار الموجة

(9) تنتشر موجات الصوت في الهواء على شكل موجات ....

(10) تنتشر الموجات عند سطح الماء على شكل موجات ....، أما عند القاع على شكل موجات ....

(11) من أمثلة الموجات الكهرومغناطيسية ....، ....، ....

(12) حاصل ضرب التردد في طول الموجة يساوي ....

(13) عند انتقال موجة من وسط لآخر فإن ترددها .... وزمنها الدوري .... بينما طولها الموجي ....، وسرعة الموجة ....

(14) تنتقل موجات الصوت في .... ولا تنتقل في ....

(15) موجات تنتشر بسرعة ثابتة في الفراغ هي الموجات ....

(16) إذا زاد تردد موجة تنتشر في وسط ما للضعف، فإن طول الموجة ....

9 ضع علامة (✓) أو (✗)

(1) القمة هى اقصى إزاحة بعيدا عند موضع السكون في الاتجاه الموجب.

(2) القاع هو أقصى ازاحة بعيدا عند موضع سكونه في الاتجاه السالب.

(3) الموجة المستعرضة تهتز فيها جزيئات الوسط عمودياً على اتجاه انتشار الموجة.

(4) المسافة بين أى قاعين تسمى طول موجي.

(5) إذا كانت المسافة بين القمة الثالثة والخامسة 20 cm فإن الطول الموجى يساوى 5 cm

(6) النبضة هي اضطراب فردي يتكرر مثل القمة أو القاع.

(7) سرعة الموجة ثابته في الوسط الواحد وتختلف من وسط لآخر.

(8) مقلوب الزمن الدورى هو التردد

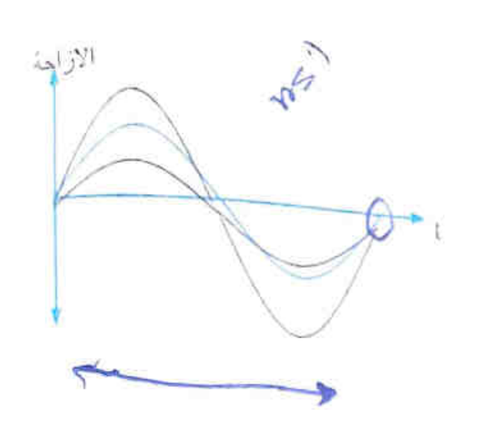
(9) سرعة الموجة تساوى (الزمن الدوري ÷ الطول الموجى)

(10) يوضح قانون انتشار الموجات العلاقة بين سرعة انتشار الموجة وترددها وطولها الموجى.



10 أسئلة متنوعة

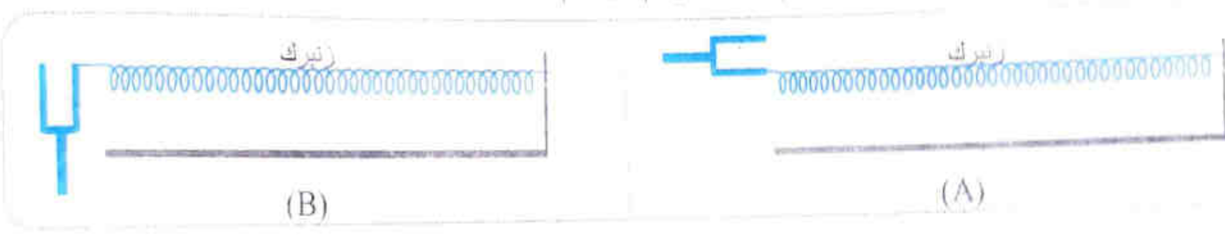
(1) في الشكل المقابل : ثلاث موجات وترية يصدر عنها صوت



أي العبارات التالية صحيح وأيها خطأ؟

1. جميع هذه الموجات متفقة في السعة.
2. جميع هذه الموجات متفقة في الزمن.
3. جميع هذه الموجات متفقة في التردد.
4. جميع هذه الموجات متفقة في الطول الموجي.
5. جميع هذه الموجات متفقة في العدد.

(2) الشكل التالي يوضح شوكة رنانة يتصل أحد فرعيها بزنبرك كما في الشكل (A) ، ونفس الشوكة يتصل أحد فرعيها بنفس الزنبرك مرة أخرى كما بالشكل (B) لاحظ الرسم جيداً ثم أجب :



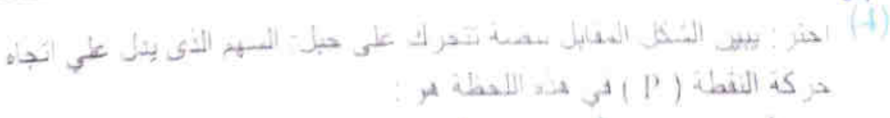
1. الموجات المتولدة في الشكل (A) موجات .... ، والموجات المتولدة في الشكل (B) موجات ....
2. الزمن الدوري للموجات في الشكل (A) .... الزمن الدوري للموجات في الشكل (A)

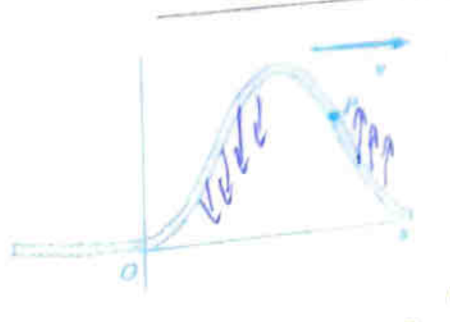
(3) يمثل الشكل موجات مستعرضة:

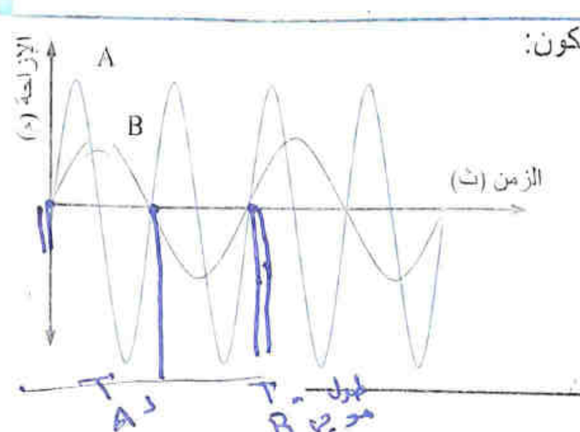
1. ما هما النقطتان المتفقتان في الطور ؟
2. ما هما النقطتان اللتان في أقصى إزاحة لهما؟
3. ما هما النقطتان المسافة بينهما تساوي نصف الطول الموجي؟
4. ما هو عدد الموجات الكاملة في الرسم؟

[موجتان ، (6 ، 8) ، (2 ، 9) ، (3 ، 7)]

(4) اختر : يبين الشكل المقابل نبضة تتحرك على حبل. السهم الذي يدل على اتجاه حركة النقطة (P) في هذه اللحظة هو :







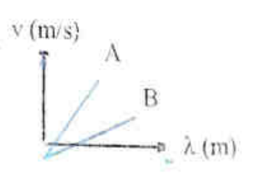
(5) الشكل المقابل يوضح موجتان (A ، B) تنتشران في وسط واحد فيكون:

❶ تـــــردد (A) .... تـــــردد (B)

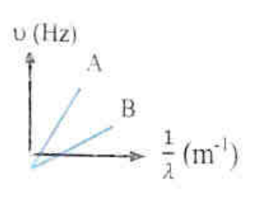
❷ طول موجة (A) .... طول موجة (B)

❸ سعة الموجة (A) .... سعة الموجة (B)

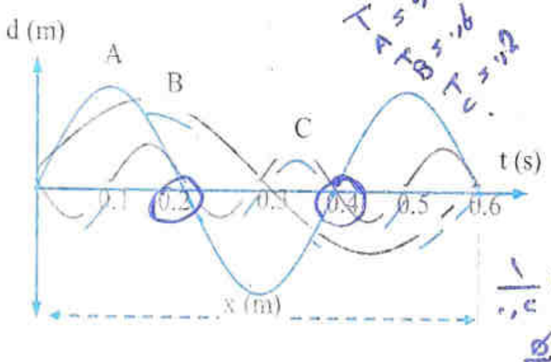
(6) استنتج العلاقة الرياضية بين سرعة الموجة والتردد والطول الموجى.



(7) الشكل البياني المقابل: يوضح علاقة بيانية لموجتين فى وسط ما أيهما أكبر تردد ؟ ولماذا ؟



(8) الشكل البياني المقابل : يوضح تغير التردد مع مقلوب الطول الموجى لموجة تنتشر فى وسطين مختلفين A ، B أى الموجتين أسرع ؟ ولماذا؟

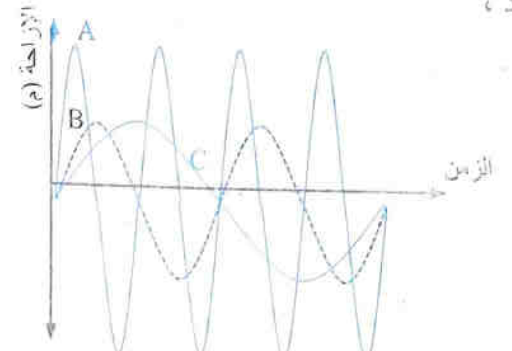


(9) الشكل المقابل : يوضح العلاقة بين الازاحة والزمن لثلاث موجات بنفس مقياس الرسم وتنتشر في وسط واحد فأي ، تكون النسبة بين

❶ $\lambda_A : \lambda_B : \lambda_C$ كنسبة .... ، .... ، ....

❷ $\upsilon_A : \upsilon_B : \upsilon_C$ كنسبة .... ، .... ، ....

❸ $V_A : V_B : V_C$ كنسبة .... ، .... ، ....



(10) الشكل المقابل يوضح ثلاث موجات (A، B، C) تنتشر في وسط واحد ، رتب الموجات تصاعدياً من حيث:

❶ التردد

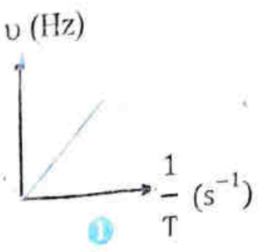
❷ الزمن الدوري

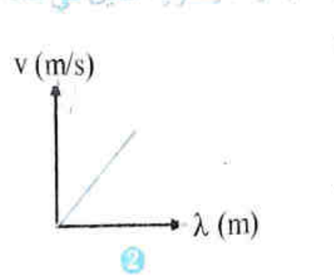
❸ الطول الموجي

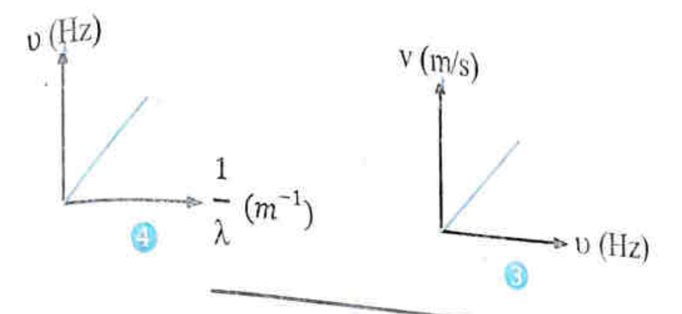
❹ سعة الموجة

❺ سرعة انتشار الموجة

(11) اكتب العلاقة الرياضية وما يساويه الميل في كلا من :







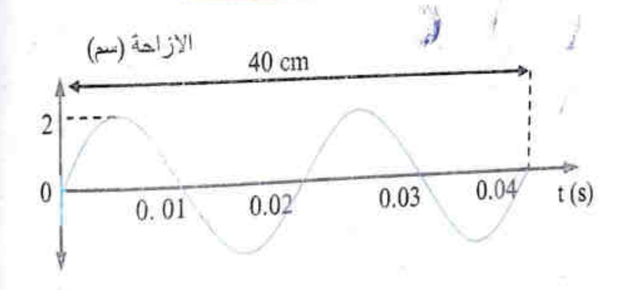
(12) الشكل المقابل يوضح ثلاث موجات (A، B، C) تنتشران في وسط واحد فيكون:

1. أي الموجات تعتبر حركة توافقية بسيطة
2. أي حركة للموجات تضمحل تدريجياً نتيجة لمقاومة الهواء للبندول
3. أي حركة للموجات زادت شدتها بمرور الزمن أثناء حركته.

11 مسائل متنوعة

(1) إذا كان الزمن الذى يمضى بين مرور قاع الموجة الأولى و قمة الموجة الخامسة بنقطة معينة فى مسار حركة موجة مستعرضة يساوى 0.07 ثانية . احسب تردد الحركة الموجية. [50 هرتز]

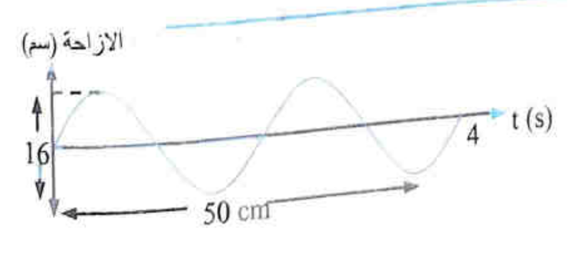
(2) من الرسم البياني المقابل أوجد:



1. سعة الاهتزازة.
2. الزمن الدورى .
3. التردد.
4. الطول الموجى.
5. المسافة بين قمة وقاع تالي لها.

[2 cm - 0.02 s - 50 Hz - 0.2 m – 0.1 m]

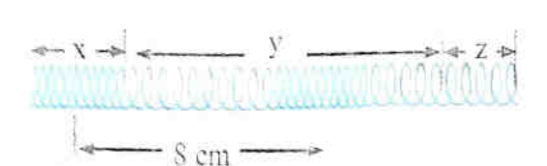
(3) فى الشكل المقابل احسب



1. الطول الموجى .
2. سعة الموجة .
3. التردد.

[25 cm - 8 cm - 0.5 Hz]

إذا كانت المسافة بين مركزي التضاغطين المتتاليين لموجة طولية هي 8 cm فاحسب المسافات: ❶ x ❷ y ❸ z

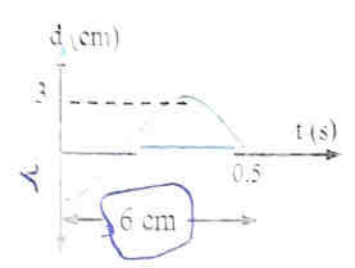


[4 cm - 10 cm - 2 cm]

الشكل الموضح بالرسم يبين العلاقة بين الإزاحة بالسنتيمتر والزمن بالثواني لموجة مستعرضة.

أوجد كل من:

❶ سعة الموجة. ❷ الطول الموجى. ❸ التردد.



[3 cm - 0.08m - 1.5 Hz]

في الشكل المقابل تنتشر موجة ترددها 25 Hz أوجد كل من:

❶ سعة الاهتزازة

❷ الطول الموجي

❸ الزمن الدوري



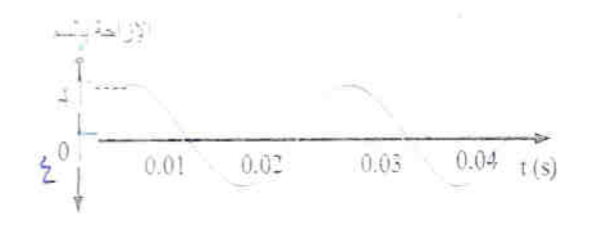
[9 cm - 20 cm - 0.04 s]

من الرسم البياني المقابل أوجد:

❶ الزمن الدوري

❷ التردد

❸ سعة الاهتزازة



[0.02s - 50 Hz - 4 cm]

يوضح الشكل المجاور موجة طولها (0.25 m) تنتقل عبر حبل باتجاه المحور الافقي أجب عما يلي:

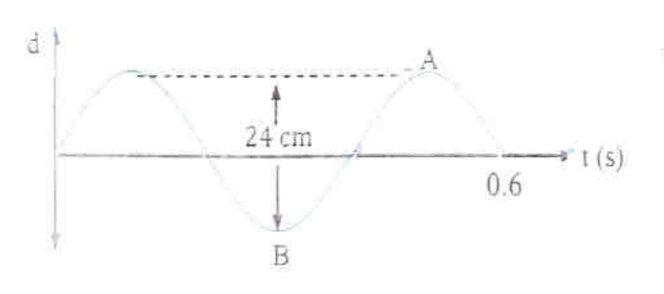
❶ اوجد المسافة الأفقية بين النقطتين (B , A) .

❷ ما سعة الموجة ؟

❸ الزمن الدوري .

❹ تردد الموجة

❺ كم عدد الاهتزازات الكاملة التي تحدث في الحبل خلال (10s)؟



[0.125 cm - 12 cm - 0.4 s - 2.5Hz – 25 موجة]

(9) محطة إرسال لاسلكي ترسل موجات نحو قمر صناعي بسرعة $3\times10^8 m/s$ ثم استقبلت المحطة الموجات بعد مضي 0.03 ثانية احسب المسافة بين الأرض والقمر الصناعي. $[4.5\times10^3 Km]$

(10) شوكة رنانة تهتز ترددها 960Hz يقف شخص على بعد 20m منها، ما عدد الموجات التي تتكون بين الشخص والشوكة عند سماع صوتها علما بأن سرعة الصوت في الهواء 320m/s [60 موجة]

(11) طرقت شوكة رنانة ترددها 480 Hz أمام فوهة أنبوبة معدنية في الهواء طولها 14m فإذا علمت أن التضاغط الأول الحادث نتيجة اهتزاز الشوكة وصل إلى نهاية الأنبوبة عندما كان التضاغط الحادي والعشرون عند بدايتها احسب سرعة الصوت في الهواء. [336m/s]

(12) تنتشر حركة موجية خلال وسطين مختلفين وكان طول الموجة في الوسط الأول 7 متر وفي الوسط الثاني 4 متر أوجد النسبة بين سرعتي انتشارهما في الوسطين. $[\frac{7}{4}]$

(13) إذا كان طول الموجة الصوتية التي تميزها الأذن تنحصر بين 16 متر، 1.6 سم فأوجد النهايتين العظمى والصغرى لمدى الترددات المسموعة إذا علم أن سرعة الصوت في الهواء 320 م/ث [20 : 20000 هرتز]

(14) تولدت موجة فى وتر و كان ترددها 10 Hz ، والطول الموجى لها 0.5 m احسب :

1. سرعة الموجة خلال الوتر .
2. الطول الموجى عندما يزداد التردد بمقدار 30 Hz بنفس السرعة . [5m/s – 0.125m]

(15) أحسب عدد الموجات التى تحدثها شوكة رنانة لتصل لشخص يبعد عنها 90 متر علما بأن تردد الشوكة 640 ذ / ث وسرعة الصوت 320 م / ث . [180 موجة]

(16) قطار يقف فى محطه ويصدر صفيرا تردده 300 Hz إذا كان هناك رجل يقف على بعد 0.99 km من القطار وسمع الصوت بعد 3 s من صدوره احسب الطول الموجى للصوت بالأمتار . [1.1 m]

(17) تقف سـارة على مسافة ما من المدرسة فإذا كانت عدد الموجات التى يحدثها جرس المدرسة المهتز لتصل إلى سـارة 50 موجة و كان تردد الجرس 200 Hz و سرعة الصوت فى الهواء 340 m/s فاوجد المسافة بين سارة و مدرستها [85m]

(18) طرقت شوكة رنانة ترددها 200 Hz ثم قربت من أحد طرفي انبوبة مفتوحة الطرفين طولها 8 m فوصلت بداية الموجة الأولى إلى نهاية الأنبوبة عندما كانت الموجة السادسة على وشك دخول الأنبوبة . احسب سرعة الصوت فى الهواء.
[320 m / s]

(19) أذن الإنسان يمكنها سماع الترددات المحصورة بين 20 Hz ، 20000 Hz احسب أعلى و أقل طول موجى للنغمات التى يمكن أن يسمعها الإنسان علماً بأن سرعة الصوت فى الهواء 340 m / s
[17 m ، 0.017 m]

(20) موجتان ترددهما 128 Hz ، 320 Hz تنتشران فى الهواء بسرعة 320 m / s احسب الفرق بين الطول الموجى لهما .
[1.5 m]

(21) إذا كانت المسافة بين القمة الثانية و القمة السابعة لموجة مستعرضة 20 m و الزمن الذى يمضى بين مرور القمة الأولى و القمة الخامسة بنقطة ثابتة فى مسار حركة الموجة يساوى 0.1 s احسب :
1 الطول الموجى للحركة الموجية . 2 تردد مصدر الاضطراب. 3 سرعة الانتشار.
[4 m ، 40 Hz ، 160 m / s]

(22) إذا كان الزمن الذى يمضى بين مرور القمة الثالثة و القمة الثامنة بنقطة ثابتة فى مسار حركة الموجة يساوى 0.2 s والمسافة بين القمة الأولى والقمة العاشرة لموجة مستعرضة 45 m ، احسب :
1 الطول الموجى للحركة الموجية . 2 تردد مصدر الاضطراب. 3 سرعة الانتشار.
[5 m ، 25 Hz ، 125 m / s]

(23) شوكتان رنانتان ترددهما 680 ، 425 هرتز الطول الموجى لأحدهما أكبر من الأخرى بمقدار 30 سم احسب سرعة الصوت فى الهواء.
[340 m / s]

(24) موجة صوتية ترددها 900 Hz الطول الموجى لها فى الهواء 0.4 m و فى الماء 1.6 m احسب :
1 النسبة بين سرعة الصوت فى الهواء إلى سرعته فى الماء .
2 سرعة الصوت فى كل وسط .
[$\frac{1}{4}$ ، 360 m / s ، 1440 m / s]

(25) ألقى حجر فى بحيرة فتكونت 50 موجة بعد 5 s من اصطدام الحجر بالماء وكان نصف قطر الدائرة الخارجية 2 m
أوجد : 1 طول الموجة الحادثة . 2 التردد . 3 سرعة انتشار الموجات . 4 الزمن الدورى .
[0.04 m ، 10 Hz ، 0.4 m / s ، 0.1 s]

(26) مصدر اضطراب يهز جزيئات الوسط بتردد 170 Hz وتنتشر موجة صوتية بسرعة 340 m / s احسب الطول الموجي في الهواء في هذه الحالة ، وعندما ارتفعت حرارة الجو زاد طول الموجة بنسبة 5 % احسب سرعة الصوت في الهواء في هذه الحالة

[2m ، 357 m / s]

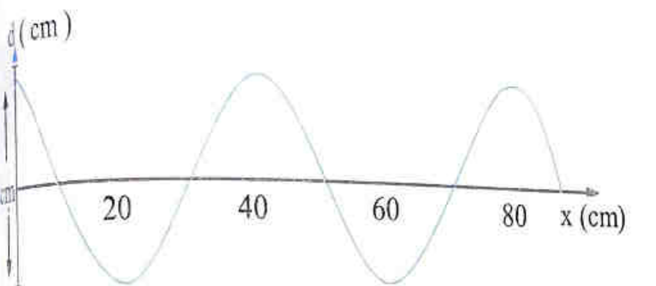
(27) استخدم الجدول التالي في إيجاد تردد موجات إذاعة القاهرة (H) بوحدة الميجا هرتز .

المحطة	طول الموجة	التردد
إذاعة القاهرة	150 م	(MH)
إذاعة لندن	50 م	0.6 ميجا هرتز

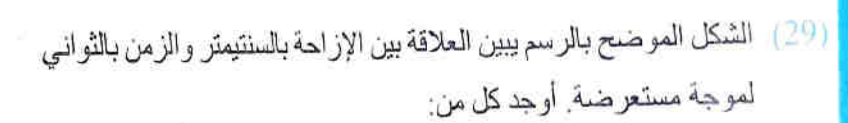
[0.2 ميجا هرتز]

(28) من الشكل المقابل أوجد :

1. سعة الموجة .
2. الطول الموجى .
3. سرعة انتشار الموجة إذا كان ترددها 8 Hz



[4 cm - 40 cm - 3.2 m/s]



(29) الشكل الموضح بالرسم يبين العلاقة بين الإزاحة بالسنتيمتر والزمن بالثواني لموجة مستعرضة. أوجد كل من:

1. سعة الموجة.
2. الطول الموجى.
3. التردد.
4. سرعة انتشار الموجة.



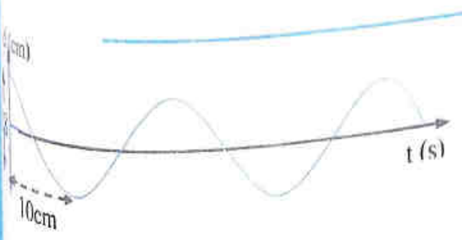
[6 cm - 12 cm - 2.5 Hz - 0.3 m/s]

(30) موجة مستعرضة تنتشر في حبل مثبت من أحد طرفيه بسرعة 12m/s وكان ترددها 4Hz ، احسب المسافة بين كل قمة والقاع التالي لها وما المسافة بين القمة الأولى والقمة الثامنة.

[1.5m - 21m]

(31) في الشكل المقابل تنتشر موجة ترددها 25 Hz أوجد كل من:

1. سعة الاهتزازة
2. الطول الموجي
3. سرعة انتشار الموجة
4. الزمن الدوري



[9cm – 20 cm – 5 m/s – 0.04s]

(26) مصدر اضطراب يهز جزيئات الوسط بتردد 170 Hz وتنتشر موجة صوتية بسرعة 340 m / s احسب الطول الموجى ، وعندما ارتفعت حرارة الجو زاد طول الموجة بنسبة 5 % احسب سرعة الصوت فى الهواء فى هذه الحالة

[2 m ، 357 m / s]

(27) استخدم الجدول التالي فى إيجاد تردد موجات إذاعة القاهرة (H) بوحدة الميجا هرتز .

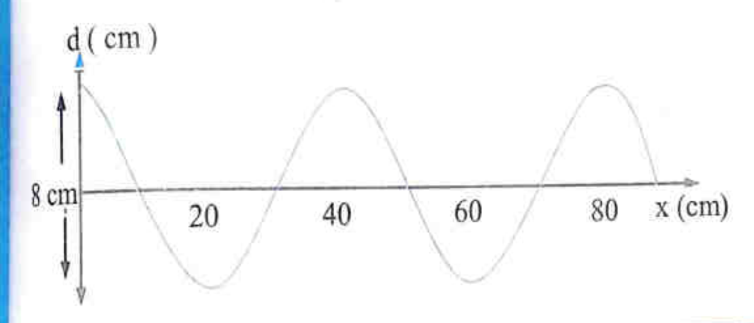
المحطة	طول الموجة	التردد
إذاعة القاهرة	150 م	(MH)
إذاعة لندن	50 م	0.6 ميجا هرتز

[0.2 ميجا هرتز]

(28) من الشكل المقابل أوجد :

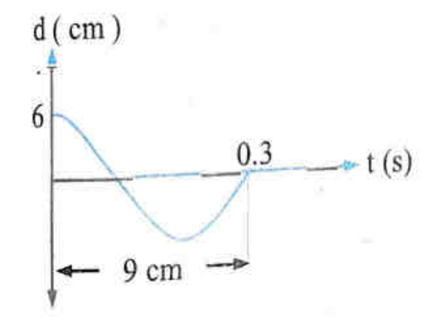
1. سعة الموجة .
2. الطول الموجى .
3. سرعة انتشار الموجة إذا كان ترددها 8 Hz

[4 cm - 40 cm - 3.2 m/s]



(29) الشكل الموضح بالرسم يبين العلاقة بين الإزاحة بالسنتيمتر والزمن بالثواني لموجة مستعرضة. أوجد كل من:

1. سعة الموجة.
2. الطول الموجى.
3. التردد.
4. سرعة انتشار الموجة.



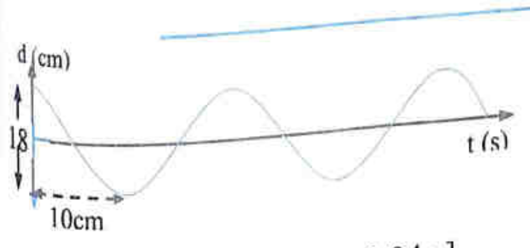
[6 cm - 12 cm - 2.5 Hz - 0.3 m/s]

(30) موجة مستعرضة تنتشر في حبل مثبت من أحد طرفيه بسرعة 12m/s وكان ترددها 4Hz ، احسب المسافة بين كل قمة والقاع التالي لها وما المسافة بين القمة الأولى والقمة الثامنة.

[1.5m - 21m]

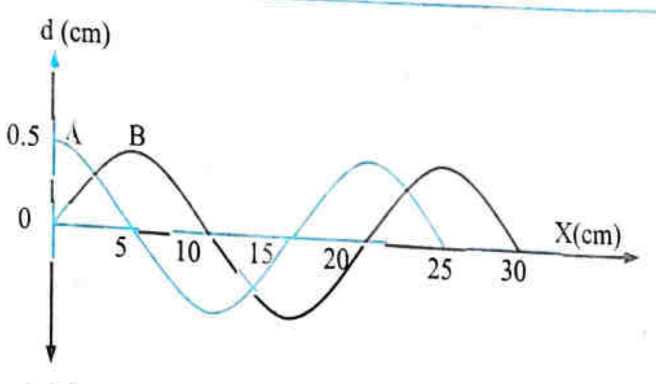
(31) في الشكل المقابل تنتشر موجة ترددها 25 Hz أوجد كل من:

1. سعة الاهتزازة
2. الطول الموجي
3. سرعة انتشار الموجة
4. الزمن الدوري



[9cm – 20 cm – 5 m/s – 0.04s]

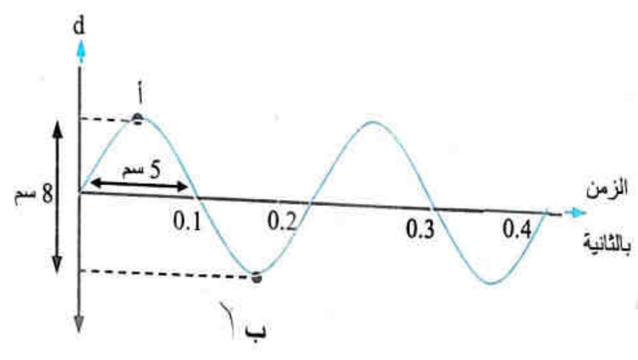
(32) الشكل التالي يوضح موجة عند أزمنة مختلفة بحيث A تمثل الموجة عند لحظة معينة بينما B تمثل نفس الموجة بعد تحركها للأمام مسافة قدرها 5m خلال زمن قدره 2s احسب:



1. الطول الموجي
2. سعة الاهتزازة
3. الزمن الدوري والتردد
4. سرعة الموجة

[20 cm – 0.5 cm – 8 s - 0.125 Hz - 25×10^{-3} m/s]

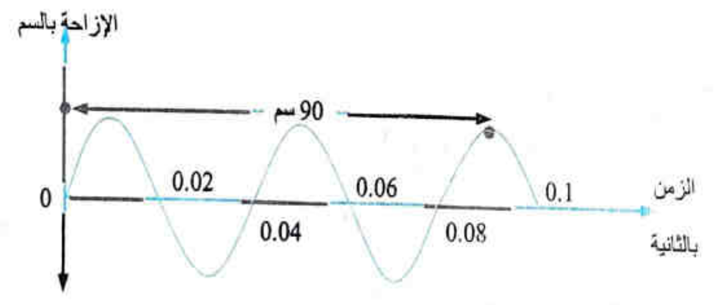
(33) من الشكل المقابل أكمل العبارات التالية:



1. النقطتان أ، ب تمثلان ...... ، ....
2. المسافة الأفقية بين أ ، ب = ... سم
3. الزمن الدوري = ... ثانية
4. سعة الموجة = ... سم
5. سرعة انتشار الموجة = ... × .... = ... م/ث

[(قمة - قاع) - $\frac{1}{2}\lambda = 5$cm - 0.2s - 4cm – 0.5 m/s]

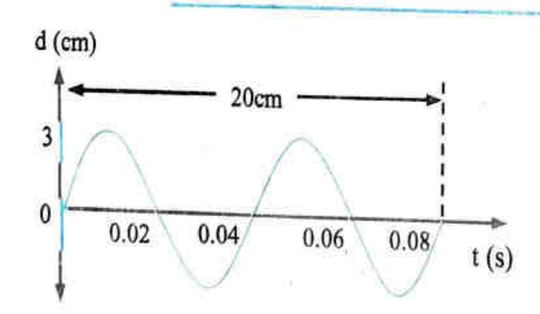
(34) من الشكل التالي احسب:



1. الطول الموجي
2. سرعة انتشار هذه الموجة

[40cm , 10m/s]

(35) الشكل الموضح بالرسم يبين علاقة الإزاحة (cm) والزمن (s) من الشكل أوجد:



1. الطول الموجي
2. التردد
3. سعة الاهتزازة
4. سرعة الموجة

[0.1 m - 25Hz - 3cm - 2.5m/s]

(36) سفينة تبعد عن الشاطئ مسافة 3.6 كم تصدر صافرة ترددها 300 هرتز يسمعها شخص على الشاطئ بعد مضي 12 ثانية من انطلاقها، احسب الطول الموجي للصوت الصادر من الصافرة. [1 متر]

(37) تنتشر حركة موجية ذات تردد ثابت بين وسطين مختلفين فإذا كان طولها الموجي في الوسط الأول 6 سم وفي الوسط الآخر 4 سم احسب النسبة بين سرعة انتشارها في كل من الوسطين. [$\frac{3}{2}$]

(38) مصدر مهتز زمنه الدوري $\frac{1}{140}$ s ، فإذا كان هناك شخص يبعد عند هذا المصدر مسافة 1.96 km فانه يستمع للصوت الصادر منه بعد 7s احسب:

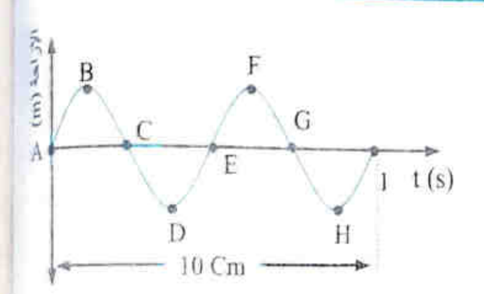
1. الطول الموجي للموجات التي يصدرها المصدر
2. المسافة التي يشغلها كل تضاغط أو تخلخل لهذه الموجة
3. المسافة بين مركزي التضاغط الأول والتضاغط العاشر

[2m ، 1m ، 18m]

(39) الشكل المقابل يمثل موجة مستعرضة، فإذا كان الزمن اللازم لوصول مقدمة الموجة من نقطة A إلى نقطة C هو 0.1s احسب :

1. طول الموجة. 2. التردد. 3. سرعة الموجة.

[5cm – 0.5Hz – 0.25m/s]



(40) نتائج التجربة التالية سجلت عند بيان العلاقة بين تردد موجة والطول الموجي لموجة تنتشر في الهواء.

ν (Hz)	80	160	320	640	800
λ (m)	4	2	1	0.5	X

ارسم علاقة بيانية بين مقلوب الطول الموجي على المحور الأفقي و التردد على المحور الرأسي و من الرسم أوجد :

1. طول الموجة عند تردد 800 Hz [0.4 m]
2. سرعة الصوت في الهواء [320m/s]

(41) الجدول التالي يوضح العلاقة بين الإزاحة (d) والزمن (t) لموجة تنتشر في وسط ما:

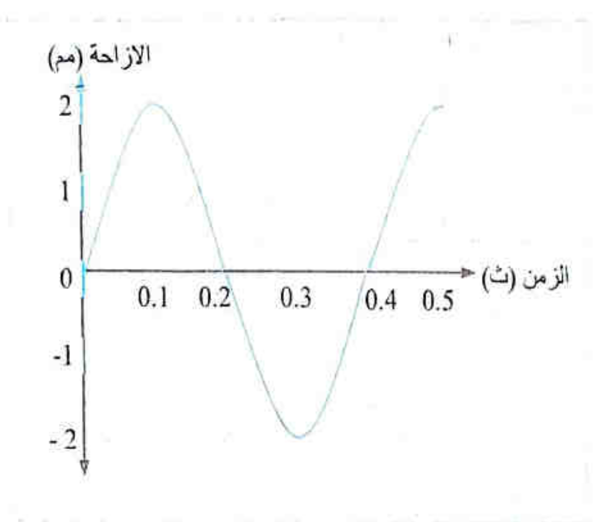
d (m)	0	3	0	-3	0	3
$t \times 10^{-3}$ (s)	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5

ارسم علاقة بيانية بين (d) على المحور الرأسي ، (t) على المحور الأفقي. ومن الرسم أوجد قيمة كل من:

1. سعة الموجة [3m] 2. الزمن الدوري [0.4×10^{-3} s] 3. التردد [2500 Hz]

اختر الإجابة الصحيحة (1 : 22):

1 يوضح الشكل إزاحة قطعة من فلين يطفو فوق سطح الماء وكيف تتغير مع الزمن نتيجة لانتشار الأمواج على سطح الماء أي الإجابات المتناظرة تكون صحيحة ؟



	السعة (A)	الزمن الدورى (T)	التردد (υ)
Ⓐ	2	0.2	0.4
ب	1	2.2	5
ج	2	0.4	2.5
د	1	2.4	2.8
هـ	2	0.5	0.4

الأسئلة (2 – 4)

الشكل التالي يمثل موجة طولية تنتشر خلال الماء الموجود في حوض زجاجي طوله 9 m وكان تردد هذه الموجات يساوى 500 Hz



2 ما نوع هذه الموجات ....

Ⓐ موجات ضوء مرئي　ب موجات صوت　ج موجات الراديو　د موجات أشعة سينية

3 الطول الموجى لهذه الموجات الطولية يساوى ....

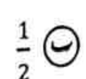
Ⓐ 1.5 m　ب 3m　ج 4.5　د 9m

4 سرعة هذه الموجات تساوى ....

Ⓐ 500 m/s　ب 750 m/s　ج 2250m/s　د 3000m/s

5 النسبة بين سرعة الموجة (A) إلى **الموجة** (B)هي:

Ⓐ $\frac{1}{1}$

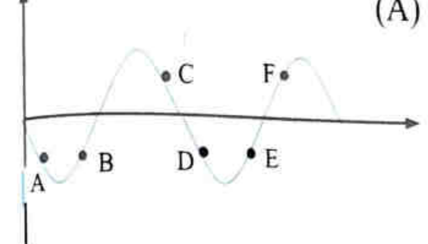
Ⓑ  $\frac{1}{2}$

Ⓒ $\frac{2}{1}$

Ⓓ $\frac{1}{4}$

الإزاحة (م) — الزمن (ث) — A — B

6 أي نقطة في الموجة الموضحة في الشكل التالي **تكون في** نفس طور النقطة (A)



Ⓐ F

Ⓑ B

Ⓒ C

Ⓓ D

7 النسبة بين تردد موجة سرعتها فى وسط ما V إلى تردد نفس **الموجة عند انتقالها** لوسط آخر سرعتها فيه 2V ....

Ⓐ أقل من الواحد الصحيح

Ⓑ أكبر من الواحد الصحيح

Ⓒ تساوي الواحد الصحيح

8 تنتشر **حركة موجية** خلال وسطين مختلفين وكان طول الموجة في الوسط الأول 7 متر وفي الوسط الثاني 4 متر أوجد النسبة بين **سرعتي** انتشارهما في الوسطين ....

Ⓐ $\frac{4}{7}$

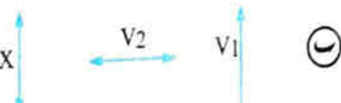
Ⓑ $\frac{7}{4}$

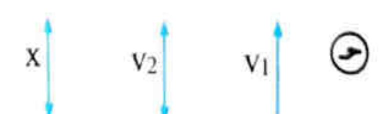
Ⓒ $\frac{2}{1}$

Ⓓ $\frac{1}{4}$

9 **أفضل مخطط** اتجاهي يوضح العلاقة بين كل من سرعة انتشار الموجة (v_1) وسرعة اهتزاز جزيئات الوسط (v_2) وإزاحة **جزيئات** الوسط (x) في حالة الموجة المستعرضة.

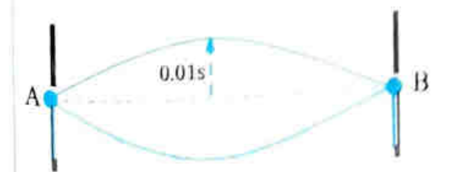
Ⓐ V_1 V_2 X

Ⓑ 

Ⓒ 

Ⓓ V_1 V_2 X

10 **في** الشكل المقابل وتر يهتز تستغرق أقصي إزاحة له 0.01s فيحدث في خلال الدقيقة .... اهتزازة كاملة.



Ⓐ 25

Ⓑ 250

Ⓒ 150

Ⓓ 1500

11 إذا كان زمن وصول الجسم المهتز من موضع الاتزان (a) إلى نقطة (y) التي تقع في المنتصف بين (a) ، (b) هو (t) فإن الزمن الازم لعمل اهتزازة كاملة

b
Y
a

(أ) 2t (ب) 4t
(جـ) 8t (د) 12t

12 شوكة رنانة تهتز في الهواء فتولدت موجة ترددها 200Hz وطولها الموجي (λ) ، وعندما لامست سطح الماء تولدت موجا طولها الموجي (4.5λ) تكون سرعة انتشار الصوت في الهواء بالنسبة لسرعة انتشاره في الماء

(أ) $\frac{2}{9}$ (ب) $\frac{9}{2}$ (جـ) $\frac{4}{9}$ (د) $\frac{9}{4}$

13 في الشكل المقابل موجات مستعرضة تتحرك نحو اليسار ، ما اتجاه السرعة اللحظية لجزيئات الوسط عند النقطة (P)

v
p

(أ) ↑ (ب) ↓ (جـ) → (د) ←

14 سمع شخص صدى صوته المنعكس عن جبل يبعد عنه مسافة (d) بعد زمن 1.5s وعندما تحرك نحو الجبل مسافة 80 m سمع صدى صوته بعد 1s فإن البعد (d) بوحدة المتر يساوي ....

(أ) 41 (ب) 140 (جـ) 200 (د) 240

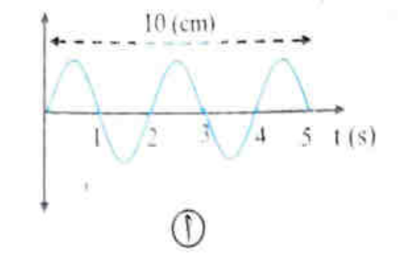
15 أصدرت غواصة أبحاث موجات صوتية وهي عند سطح البحر فارتدت الموجات بعد زمن 2s ، وعندما نزلت مسافة (d) عن سطح البحر أصدرت موجات صوتية أخرى فارتدت بعد 1.9s ، فإذا علمت أن سرعة موجات الصوت في الماء 1482m/s ، فإن المسافة (d)

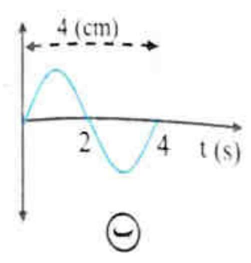
(أ) 37 m/s (ب) 74.1 m/s (جـ) 1482.2 m/s (د) 1407.9 m/s

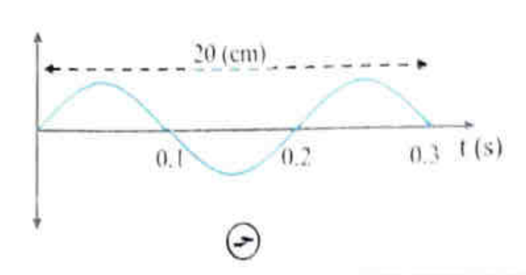
16 إذا كانت النسبة بين الزمن الدوري لموجتين صوتيتين تنتشران في وسط ما $\frac{1}{3}$ تكون النسبة بين الطول الموجي للموجتين كنسبة ....

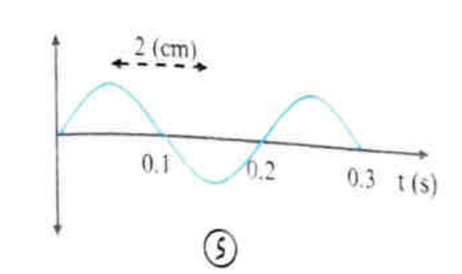
(أ) $\frac{1}{1}$ (ب) $\frac{3}{1}$ (جـ) $\frac{1}{3}$ (د) $\frac{1}{6}$

17 المنحنيات الآتية تمثل العلاقة البيانية لتغير إزاحة جزيئات الوسط مع الزمن في الحركة الموجية لأوساط مختلفة ، أي من المنحنيات تكون سرعة انتشار الموجة أكبر ؟









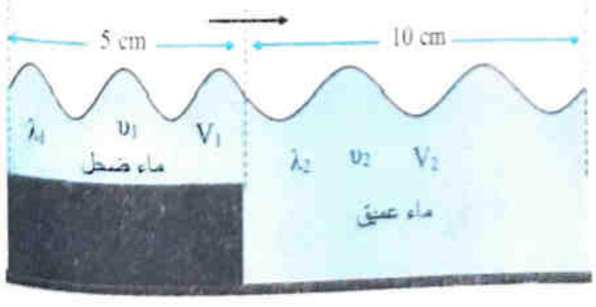
18 يقف أيمن في منتصف المسافة بين مئذنتين (A) ، (B) إذا أصدرت المئذنتان صوتاً في نفس الوقت بتردد $(\upsilon_A = \upsilon)$ ، $(\upsilon_B = 2\upsilon)$ وكان الزمن الي يستغرقه صوت المئذنة (A) للوصول إلى أيمن هو (t_1) ، والزمن الي يستغرقه صوت المئذنة (B) للوصول إلى أيمن هو (t_2) تكون النسبة $\left(\frac{t_2}{t_1}\right)$ كنسبة ....

(أ) $\frac{1}{2}$ (ب) $\frac{2}{1}$ (ج) $\frac{1}{1}$ (د) $\frac{4}{1}$

19 تنتقل الموجات الموضحة في الشكل من المنطقة P إلى المنطقة Q ، فإذا كانت سرعة الموجات خلال المنطقة P تساوي 6 m/s فإن سرعتها خلال لمنطقة Q تساوي .... م/ث

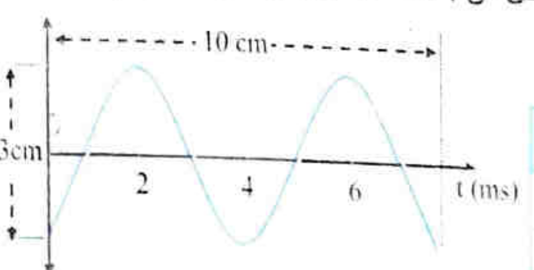
(أ) 2 (ب) 6 (ج) 4 (د) 9

20 الشكل المقابل يوضح انتقال موجة مستعرضة من منطقة ماء ضحل إلى منطقة ماء عميق من البيانات الموضحة على الشكل تكون النسبة بين ....



	$\lambda_1 : \lambda_2$	$\upsilon_1 : \upsilon_2$	$V_1 : V_2$
أ	1 : 2	1 ; 2	1 ; 2
ب	1 ; 2	1 ; 1	1 ; 2
ج	2 ; 1	2 ; 1	2 ; 1
د	2 ; 1	1 ; 1	2 ; 1

21 تكونت موجات مستعرضة كما موضح في الشكل المقابل فإن كل من : سعة الاهتزازة والطول الموجي وسرعة انتشار الموجة تكون .....



	السعة	طول الموجة	السرعة
أ	0.3 cm	2.5 cm	1250 m/s
ب	5 cm	4 cm	125 m/s
ج	0.15 cm	5 cm	12.5 m/s
د	0.15 cm	10 cm	1.25 m/s

22 الشكل (a) يوضح موضع موجة متحركة على حبل عند زمن (t = 0) والشكل (b) يوضح الموجة بعد زمن 0.02 s) يكون تردد الموجة ، وسرعتها ....

d(m)
0
0.2 0.4 0.6 0.8 1.0 1.2 1.4 x(m)
(a)

d(m)
0
0.2 0.4 0.6 0.8 1.0 1.2 1.4 x(m)
(b)

	تردد الموجة	السرعة
أ	1.25 Hz	40 m/s
ب	12.5 Hz	10 m/s
ج	125 Hz	20 m/s
د	40 Hz	1.25 m/s

أجب عما يأتي (23: 30):

23 رصدت وكالة فضائية انفجار في أحد النجوم بسبب بعض التفاعلات النووية فسجلت ضوء الانفجار فقط ولم تستطيع تسجيل صوت الانفجار، فسر ذلك ؟

....

....

....

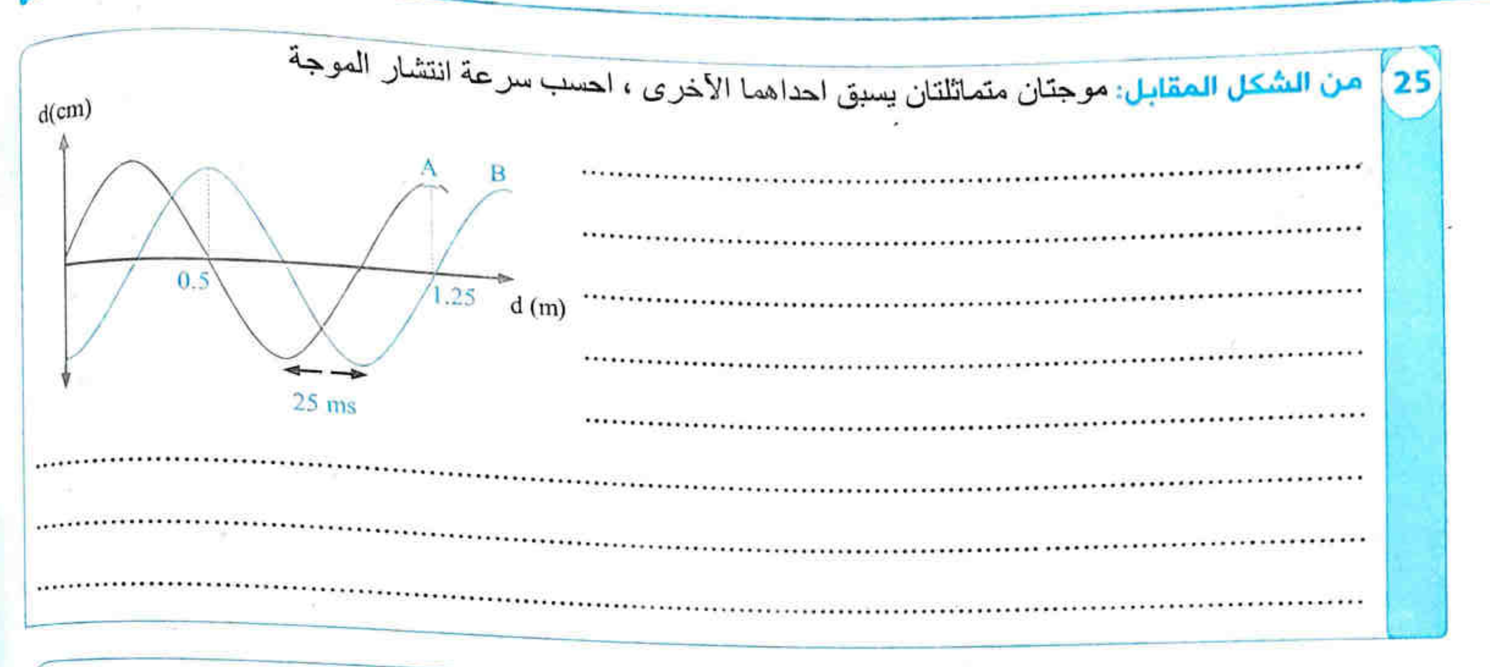
24 في الشكل المقابل علاقة بيانية لموجتين تنتشران في وسط ما:

v (m/s)
A
B
λ (m)

1 أيهما أكبر تردد ولماذا؟

2 أيهما أكبر زمن دوري؟

25 **من الشكل المقابل:** موجتان متماثلتان يسبق احداهما الأخرى ، احسب سرعة انتشار الموجة



26 يقف كل من أحمد ومحمد أمام جبل ، فإذا أطلق أحمد طلق ناري فسمع محمد صوتين متتاليين بفاصل زمني مقداره 0.4s ، احسب بعد أحمد عن الجبل ، علماً بأن سرعة الصوت في الهواء 330m/s

الوحدة الأولى

الفصل الثاني

الضـــــــــوء

الدرس الأول ➢ انعكاس الضوء - انكسار الضوء

الدرس الثاني ➢ تداخل الضوء - حيود الضوء

الدرس الثالث ➢ الانعكاس الكلي – تطبيقات على الانعكاس الكلي

الدرس الرابع ➢ انحراف الضوء في المنشور الثلاثي – المنشور الرقيق

اختبـــــار ➢ على الفصل الثاني

1 أختر الإجابة المناسبة من بين الأقواس :

الانعكاس في الضوء:

(1) عندما يصطدم شعاع ضوئي بسطح عاكس ويرتد على نفسه تكون ....

(أ) زاوية السقوط = زاوية الانعكاس = 90° (ب) زاوية السقوط = زاوية الانعكاس = 0° .

(جـ) زاوية السقوط = زاوية الانعكاس = 45° (د) لا توجد علاقة.

(2) في الشكل المقابل : أي الأشعة تمثل الشعاع المنعكس عن السطح العاكس ....

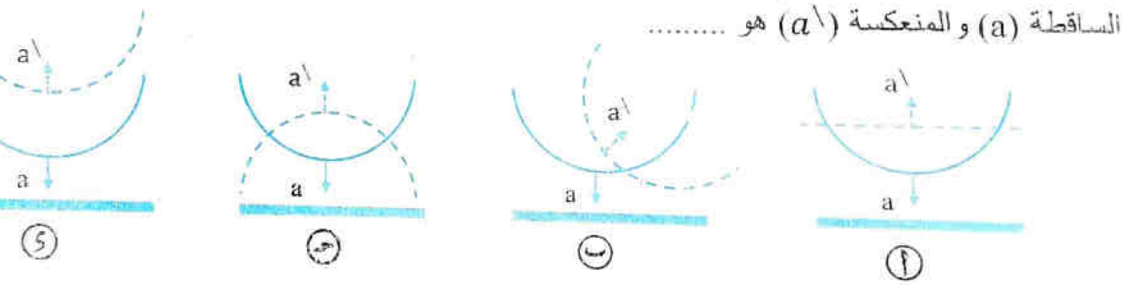
السطح العاكس – 30 – 10° – 20° – D – C – B – A – 10° 20° – الشعاع الساقط – العمود المقام

(أ) A (ب) B (جـ) C (د) D

(3) كلما زادت زاوية سقوط شعاع ضوئي على سطح عاكس فإن زاوية الانعكاس ......

(أ) تزداد (ب) تقل (جـ) لا تتغير (د) لا توجد علاقة.

(4) سقطت موجة دائرية بصورة عمودية في وسط متجانس على سطح عاكس ، يكون الشكل الذي يوضح صدر الموجة الساقطة (a) والمنعكسة ($a^\backslash$) هو ....

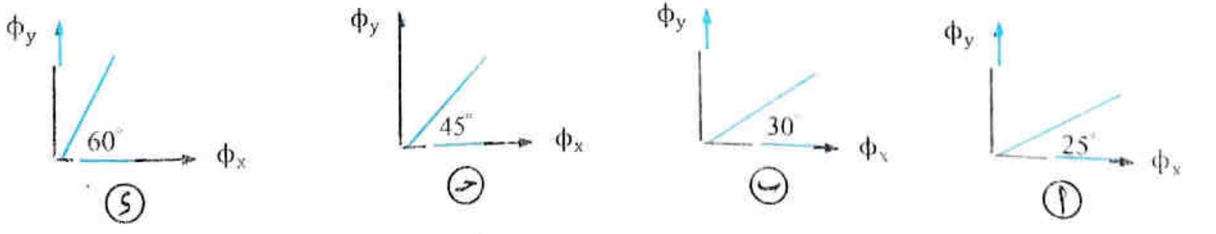


(5) تتحرك موجة باتجاه الحاجز الموضح بالشكل قيمة زاوية الانعكاس والتغير الذي يطرأ على سرعة الموجة الساقطة بعد اصطدامها بالحاجز يكون : ....

150°

	زاوية الانعكاس	سرعة الموجة
(أ)	30°	تقل
(ب)	60°	تبقى ثابتة
(جـ)	30°	تبقى ثابتة
(د)	60°	تزداد

(6) أي الاشكال البيانية يعبر عن العلاقة بين زاوية السقوط (ϕ_x) وزاوية الانعكاس (ϕ_y)



(7) من الرسم المقابل

1- الشعاع الساقط ينعكس من المرآة (م) ليسقط على المرآة (ب) بزاوية سقوط

(أ) 90°　(ب) 60°　(جـ) 30°　(د) 0°

2- الشعاع يسقط على المرآة (م) للمرة الثانية بعد انعكاسه من المرآة (ب) للمرة الأولى بزاوية سقوط

(أ) 90°　(ب) 60°　(جـ) 30°　(د) 0°

3- عدد مرات سقوط الشعاع على المرآة (م) هي

(أ) 4　(ب) 3　(جـ) 2　(د) 1

4- الشعاع النهائي بعد الانعكاسات يخرج بالنسبة للشعاع الساقط

(أ) موازياً له　(ب) منطبقاً عليه　(جـ) عمودياً عليه　(د) لا يخرج

(8) في الشكل المقابل : زاوية انعكاس الشعاع عن المرآة X تساوي.

(أ) 30°　(ب) 45°　(جـ) 60°　(د) 90°

(9) أي مما يأتي تتغير نتيجة انعكاس شعاع ضوئي نتيجة اصطدامه لسطح عاكس

(أ) الطول الموجي　(ب) التردد　(جـ) السرعة　(د) اتجاه الشعاع

(10) في الشكل المقابل: مرآتان مستويتان متقابلتان ومتوازيتان البعد العمودي بينهما 20 سم سقط شعاع ضوئي ليزر كما بالشكل فكم يصبح عدد احتمالات انعكاسات الشعاع الضوئي بين المرآتان.

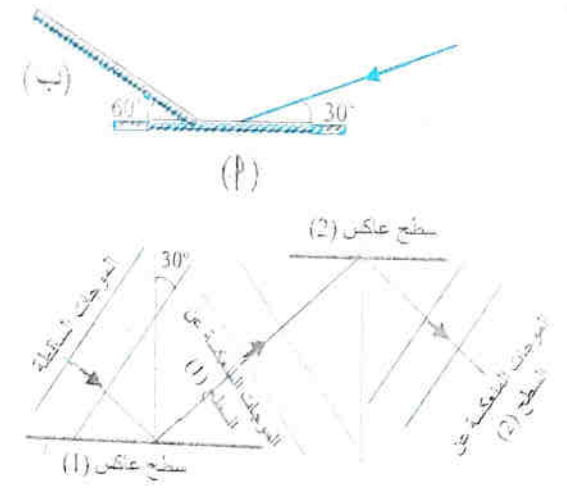
(أ) 1　(ب) 2　(جـ) 3　(د) 4

(11) في الشكل المقابل : عند سقوط شعاع ضوئي على المرآة (م) ، فإنه ينعكس عن المرآة (ب) بزاوية تساوي ....

(أ) 30°　(ب) 45°　(جـ) 60°　(د) 90°

(12) سقطت موجة مائية فاصطدمت بسطح عاكس (1) وانعكست كما بالشكل ثم اصطدمت بالسطح (2) ، فما مقدار زاوية الانعكاس عن السطح (2)

(أ) 70°　(ب) 60°　(جـ) 30°　(د) 15°



الانكسار في الضوء:

(13) تنكسر الأشعة الضوئية عند انتقالها من وسط لآخر مختلف عنه في الكثاف الضوئية بسبب تغير .... عند الانتقال

(أ) التردد (ب) الزمن الدوري (جـ) السرعة (د) جميع ما سبق

(14) عند سقوط شعاع ضوئي من الهواء للماء فإن زاوية السقوط .... زاوية الانكسار

(أ) أكبر من (ب) أقل من (جـ) تساوي (د) لا توجد علاقة.

(15) ينكسر الشعاع الضوئي السقاط على السطح الفاصل من الوسط (x) إلى الوسط (y) مقترباً من العمود عندما يكون

(أ) $V_x < V_y$ (ب) $V_x = V_y$ (جـ) $V_x > V_y$ (د) $V_x \geq V_T$

(16) النسبة بين جيب زاوية سقوط شعاع ضوئي في الهواء إلى جيب زاوية انكساره في وسط ما .... الواحد

(أ) أكبر من (ب) أقل من (جـ) تساوي (د) لا توجد علاقة.

(17) الشكل المقابل : يوضح موجة منكسرة على السطح الفاصل بين الوسطين (x) ، (y) فإن معامل الانكسار النسبي بين الوسطين (x) ، (y) يساوي ......

x 40°
y 120°

(أ) 0.65 (ب) 0.74 (جـ) 1.3 (د) 1.53

(18) معامل انكسار الوسط A ضعف معامل انكسار الوسط B تكون سرعة الضوء في الوسط A .... سرعة الضوء في الوسط B .

(أ) ضعف (ب) نصف (جـ) ربع (د) ثلاثة أمثال

(19) عندما ينكسر الضوء عند انتقاله بين وسطين تكون النسبة ($\sin\phi$) في الوسط الأول إلى ($\sin\theta$) في الوسط الثاني ......

(أ) ثابتة للوسطين (ب) غير ثابته للوسطين

(جـ) مقدار ثابت أكبر من الواحد الصحيح (د) مقدار ثابت أصغر من الواحد الصحيح

(20) إذا كانت النسبة بين سرعة الضوء في الوسط الأول إلى سرعته في الوسط الثاني $\frac{3}{4}$ فإن معامل الانكسار النسبي من الوسط الأول إلى الوسط الثاني يساوي

(أ) $\frac{4}{3}$ (ب) $\frac{3}{4}$ (جـ) $\frac{3}{2}$ (د) $\frac{2}{3}$

(21) شعاع ضوئي يسقط على سطح فاصل بين وسطين معامل الانكسار النسبي من الوسط الأول إلى الوسط الثاني هو $\sqrt{3}$ فإذا كانت زاوية السقوط 60° فإن زاوية الانكسار تساوي .

(أ) 45° (ب) 60° (جـ) 30° (د) 0°

(22) إذا كان معامل انكسار وسط شفاف 1.5 فإن سرعة الضوء فيه تساوي .... م/ث

(أ) 3×10^8 (ب) 2×10^8 (جـ) 1.5×10^8 (د) 1×10^8

(23) ينتقل شعاع ضوئي من الهواء إلى وسط آخر معامل نكساره n_2 ، فينعكس عن سطح مرآة مستوية في ذلك الوسط كما هو موضح بالشكل احسب كل من : زاوية الانكسار (θ) ومعامل الانكسار (n_2)

	(θ)زاوية الانكسار	(n_2)معامل الانكسار
Ⓐ	70°	0.68
Ⓑ	40°	1.47
Ⓒ	20°	1.88
Ⓓ	30°	1.2

(24) ثلاث أوساط شفافة (أ) ، (ب) ، (ج) موضوعة كما بالشكل ، سقط شعاع ضوئي من الوسط (أ) بزاوية سقوط 60° واخترق الوسط (ب) ثم خرج من الوسط (ج) ، تكون زاوية الانكسار في الوسط (ج) يساوي .....

Ⓐ 13.92°　Ⓑ 38.2°　Ⓒ 46.2°　Ⓓ 45°

(25) شعاع ضوئي يسقط على قطعة من الزجاج فينكسر فى الزجاج أى من المفاهيم التالية لا يتغير عندما ينكسر الشعاع الضوئى ....

Ⓐ السرعة　Ⓑ التردد　Ⓒ الطول الموجى　Ⓓ الشدة

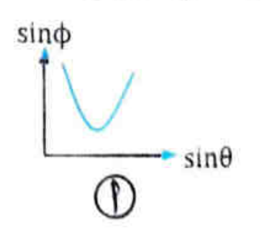
(26) عند انتقال الضوء من الزجاج $(n_g = 1.5)$ إلى الماس $(n_d = 2.4)$ فإن معامل الانكسار النسبي يكون ....

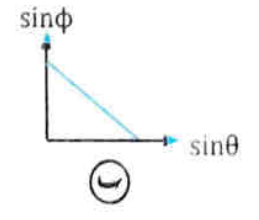
Ⓐ أقل من واحد　Ⓑ يساوي واحد　Ⓒ أكبر من واحد　Ⓓ صفر

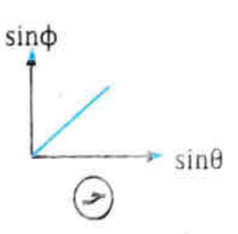
(27) النسبة بين سرعة الضوء في الماء إلى سرعة الضوء في الزجاج .... علما بأن $\left(n_w = \frac{4}{3}\right)$ ، $\left(n_g = \frac{3}{2}\right)$

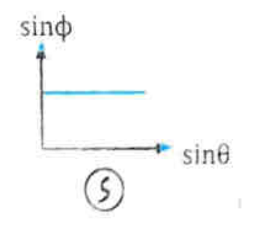
Ⓐ $\frac{3}{4}$　Ⓑ $\frac{4}{3}$　Ⓒ $\frac{8}{9}$　Ⓓ $\frac{9}{8}$

(28) أى الأشكال البيانية التالية يعبر عن العلاقة بين جيب زاوية السقوط (sinϕ) وجيب زاوية الانكسار (sinθ) عندما ينتقل من الهواء الي الزجاج









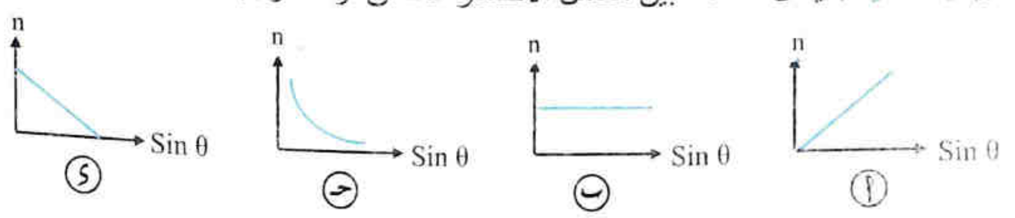
(29) الشكل المقابل : يمثل شعاع ضوئي xy يسقط على السطح الفاصل بين الهواء والزجاج أي المسارات ينبغي أن يتخذه الشعاع عند انتقاله من الهواء إلى الزجاج ....

Ⓐ A　Ⓑ B　Ⓒ C　Ⓓ D

(30) شعاع ضوئي يسقط علي سطح فاصل بين وسطين ، فإذا كانت زاوية السقوط 60° وزاوية الانكسار 30° فإن معامل الانكسار النسبي من الوسط الأول الي الوسط الثاني يساوي ....

(أ) 0.5　(ب) $\sqrt{2}$　(ج) $\sqrt{3}$　(د) 2

(31) أي الأشكال البيانية التالية : يمثل العلاقة بين معامل الانكسار المطلق لوسط وجيب زاوية الانكسار في الوسط .....



(32) كلما زاد معامل الانكسار لوسط فإن سرعة الضوء خلاله ....

(أ) تزداد　(ب) لا تتغير　(ج) تقل　(د) تنعدم

(33) انتقلت موجة ضوئية من الجليسرين إلى الماء كما بالشكل المقابل حيث كانت سرعتها في الماء $v_{\text{ماء}} = \frac{v_{\text{جليسرين}}}{1.3}$ ، فإن زاوية الانكسار في الماء تساوي ......

جليسرين　60°　ماء

(أ) 43°　(ب) 41.8°　(ج) 30°　(د) 45°

(34) الشكل المقابل : يبين شعاع كهرومغناطيسي طوله الموجي 3000Å ينتقل خلال الوسط (A) فإن الشعاع ينتقل إلى الوسط (B) بطول موجي .... متر .

وسط (A)　$n_1 = 1$　φ　وسط (B)　$n_2 = \sqrt{3}$　θ

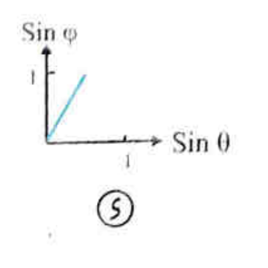
(أ) 1.73×10^{-10}　(ب) 5.19×10^{-10}　(ج) 5.19×10^{-7}　(د) 1.73×10^{-7}

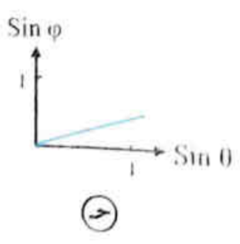
(35) الشكل المقابل : يوضح سقوط شعاعين ضوئيين على سطحى وسطين شفافين مختلفين في الكثافة الضوئية (x) ، (y) بنفس زاوية السقوط (φ) فلوحظ أن زاوية الانكسار في الوسط الأول (θ_x) أقل من زاوية الانكسار في الوسط الثاني (θ_y) ، تكون العلاقة بين سرعتي الضوء في الوسطين ....

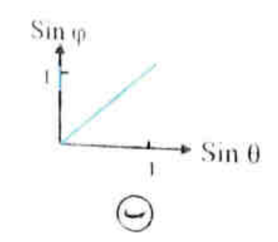
هواء　φ　x　θ_x　هواء　φ　y　θ_y

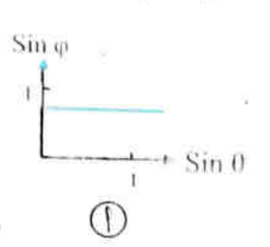
(أ) $V_x > V_y$　(ب) $V_x < V_y$　(ج) $V_x \geq V_y$　(د) $V_x \leq V_y$

(36) الشكل البياني الذي يحقق الشرط $(n_2 > n_1)$ في قانون سنل هو









الأسئلة (37 – 39) من الشكل المقابل :

(37) قيمة زاوية θ_1 = ...

Ⓐ 70° Ⓑ 38.79° Ⓒ 20° Ⓓ 51.22°

(38) قيمة زاوية ϕ_2 = ...

Ⓐ 70° Ⓑ 38.79° Ⓒ 20° Ⓓ 51.22°

(39) قيمة زاوية θ_2 = ...

Ⓐ 70° Ⓑ 38.79° Ⓒ 20° Ⓓ 51.22°

2 ماذا نقصد بقولنا أن:

الانعكاس في الضوء:

(1) زاوية السقوط = 50°

(2) الزاوية المحصورة بين الشعاع الساقط والشعاع المنعكس = 60°

الانكسار في الضوء:

(3) زاوية الانكسار = 60°

(4) معامل الانكسار النسبي بين وسطين = 0.8

(5) معامل الانكسار النسبي بين الماء والزجاج = 0.86

(6) معامل الانكسار المطلق للزجاج = 1.5

3 عرف كلا مما يأتي:

الانعكاس في الضوء:

(1) الأمواج الكهرومغناطيسية. (2) الطيف الكهرومغناطيسي. (3) انعكاس الضوء. (4) زاوية السقوط.

الانكسار في الضوء:

(5) معامل الانكسار المطلق. (6) قانون سنل. (7) معامل الانكسار النسبى.

4 علل ما يأتي:

الانعكاس في الضوء:

(1) الضوء له طبيعة موجية (أو الضوء حركة موجية).

(2) أشعة جاما لها قدرة على النفاذ أكبر من الأشعة تحت الحمراء.

(3) الشعاع الضوئي الساقط عموديا على مرآه يرتد على نفسه.
(4) يسهل رؤية صورتك المنعكسة على زجاج نافذة حجرة مضيئة ليلا عندما يكون خارج الحجرة ظلام شديد، في حين يصعب تحقيق ذلك نهارا.

الانكسار في الضوء:

(5) معامل الانكسار النسبي بين وسطين يمكن أن يكون أكبر من الواحد الصحيح أو أقل من الواحد الصحيح..
(6) معامل الانكسار النسبي بين وسطين والمطلق ليس له وحدة تمييز.
(7) معامل الانكسار المطلق لوسط دائما أكبر من الواحد الصحيح.
(8) معامل الانكسار المطلق للهواء يساوي الواحد الصحيح.
(9) الشعاع الساقط عموديا على السطح الفاصل ينفذ دون أن يعاني أي انكسار.

5 ماذا يحدث لكل مما يأتي تحت الظروف الموضحة ......؟

الانعكاس في الضوء:

(1) سقوط شعاع ضوئي عمودي على السطح العاكس ؟
(2) عند النظر من نافذة قطار عرباته مضاءة وفى الخارج ظلام بالنسبة لرؤية صورتك ؟

الانكسار في الضوء:

(3) سقوط شعاع ضوئي عمودي على السطح الفاصل ؟
(4) سقوط شعاع ضوئي من وسط أكبر كثافة ضوئية الى وسط أقل كثافة ضوئية بالنسبة لزاوية الانكسار ؟
(5) لسرعة الشعاع الضوئى عند مروره بالماء بعد مروره فى الهواء ؟

6 أذكر المفهوم العلمي الدال على كل عبارة مما يلي:

الانعكاس في الضوء:

(1) هي موجات مستعرضة تتكون من مجالات كهربية ومجالات مغناطيسية مهتزة بتردد معين ومتفقة في الطور ومتعامدة بعضها على بعض ومتعامدة على اتجاه انتشارها.
(2) هو ترتيب الموجات الكهرومغناطيسية أو توزيعها حسب الطول الموجي أو التردد.
(3) ارتداد الأشعة الضوئية في نفس الوسط عندما تقابل سطحا عاكسا.
(4) الزاوية المحصورة بين الشعاع الساقط والعمود المقام عند نقطة السقوط على السطح العاكس أو الفاصل.
(5) الزاوية المحصورة بين الشعاع المنعكس والعمود المقام عند نقطة السقوط على السطح العاكس.
(6) زاوية السقوط = زاوية الانعكاس
(7) الشعاع الضوئي الساقط والشعاع الضوئي المنعكس والعمود المقام من نقطة السقوط على السطح العاكس تقع جميعها في مستوى واحد عمودي على السطح العاكس.

الانكسار في الضوء:

(8) انحراف مسار الضوء نتيجة مروره بين وسطين شفافين مختلفين في الكثافة الضوئية.

(9) هي مقدرة الوسط على كسر الأشعة الضوئية عند نفاذها فيه

(10) النسبة بين جيب زاوية السقوط في الوسط الأول إلى جيب زاوية الانكسار في الوسط الثاني كالنسبة بين سرعة الضوء في الوسط الأول إلى سرعة الضوء في الوسط الثاني.

(11) الشعاع الضوئي الساقط والشعاع الضوئي المنكسر والعمود المقام من نقطة السقوط على السطح الفاصل تقع جميعها في مستوى واحد عمودي على السطح الفاصل.

(12) النسبة بين سرعة الضوء فى الوسط الأول إلى سرعته فى الوسط الثانى.

(13) النسبة بين جيب زاوية السقوط فى الوسط الأول إلى جيب زاوية الانكسار فى الوسط الثانى.

(14) النسبة بين جيب زاوية السقوط فى الفراغ إلى جيب زاوية الانكسار في الوسط .

---

7 أكمل الفراغات التالية بما يناسبها:

(1) معامل انكسار الضوء الأخضر .... معامل انكسار الضوء الأحمر

(2) سرعة الضوء الأخضر .... سرعة الضوء الأحمر في نفس الوسط

(3) ينكسر الشعاع الضوئي عند انتقاله بين وسطين مختلفين في ....

(4) أشعة جاما لها قدرة على النفاذ .... الأشعة تحت الحمراء.

(5) ينتشر الضوء في الوسط الواحد (المتجانس) في جميع الاتجاهات في خطوط ....

(6) إذا صادف الضوء وسط شفاف فإنه يعاني ....، ....، .... بنسب مختلفة حسب طبيعة الوسط.

(7) إذا كان معامل الانكسار المطلق لوسط = 1.2 فإن سرعة الضوء في هذا الوسط = ... سرعة الضوء في الهواء.

(8) النسبة بين سرعة الضوء في الهواء إلى سرعته في أي وسط = النسبة بين.................... وهي نسبة .... وتسمى ....

(9) عند سقوط شعاع ضوئي من الهواء إلى الماء فإنه ينكسر ....من العمود المقام من نقطة السقوط، بينما عندما يسقط شعاع صوتي من الهواء إلى الماء فإنه ينكسر .... من العمود المقام من نقطة السقوط.

(10) معامل الانكسار النسبي بين الزجاج والماء .... معامل الانكسار النسبي بين الماء والزجاج.

8 قارن بين كلاً مما يأتى

(1) الانعكاس والانكسار

(2) زاوية السقوط وزاوية الانكسار

(3) سقوط شعاع ضوئي من وسط اقل كثافة ضوئية الي وسط اكبر كثافة ضوئية ، وسقوط شعاع ضوئي من وسط اكبر كثافة ضوئية الي وسط اقل كثافة ضوئية .

9 متى؟

(1) تكون زاوية السقوط = زاوية الانعكاس = صفر

(2) تكون زاوية السقوط = زاوية الانكسار = صفر

(3) ينعكس الشعاع الضوئي على نفسه.

(4) ينكسر الشعاع الضوئي مقترباً من العمود المقام.

(5) ينكسر الشعاع الضوئي مبتعداً من العمود المقام.

10 اذكر العوامل التي يتوقف عليها كلا من

(1) معامل الانكسار المطلق لوسط.

(2) معامل الانكسار النسبي بين وسطين.

11 أسئلة متنوعة

(1) وضح لماذا يمكن القول بأن الضوء حركة موجية

(2) اذكر شرط انكسار الضوء

(3) أذكر خصائص الموجات الكهرومغناطيسية.

(4) أذكر قانوني: 1 – الانعكاس فى الضوء . 2 – الانكسار فى الضوء.

(5) استنتج العلاقة بين معامل الانكسار النسبي لوسطين ومعامل الانكسار المطلق لهما. ثم استخدم العلاقة فى استنتاج قانون سنل.

(6) سقط شعاعان ضوئيان بحيث يلتقيان فى نقطة على حائل رأسى وضع لوح زجاجي رأسي موازٍ للحائل يعترض مسار الشعاعين هل يظل موضع تقابل الشعاعين على الحائل كما هو أم يتغير مع التعليل ؟

(7) فقاعة من الهواء بداخل صندوق زجاجي معامل انكساره 1.5 هل تعمل هذه الفقاعة كمجمعة ام كمفرقة للضوء وضح علي الرسم .

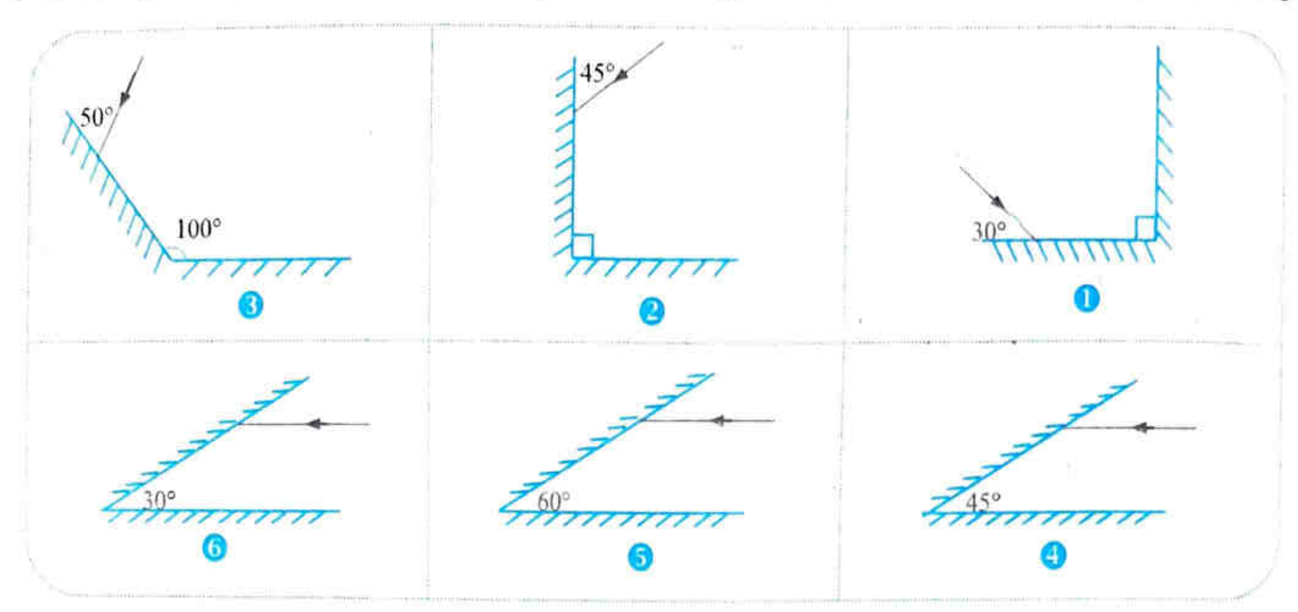
فقاعة هوائية

زجاج

مسائل

الانعكاس في الضوء:

(1) تتبع بالرسم مسار الأشعة الضوئية الساقطة على الأسطح العاكسة التالية مع توضيح قيم زوايا السقوط والانعكاس على الرسم؟



الانكسار في الضوء:

(2) إذا سقط شعاع ضوئي على سطح لوح زجاجي معامل انكساره 1.5 بزاوية سقوط 30° فاحسب زاوية الانكسار

[19.47°]

(3) شعاع ضوئي يسقط على الماء بزاوية 45° حدد اتجاه كل من الشعاعين المنعكس والمنكسر علما بأن معامل انكسار الماء 1.4 ، وما الزاوية بين الشعاعين المنعكس والمنكسر؟ [45°, 30.33°، 104.67°]

(4) إذا علمت أن معامل الانكسار المطلق للزجاج 1.5 وللماء 1.32 وأن سرعة الضوء في الهواء 3×10^8 م/ث احسب:

1. معامل الانكسار النسبي من الزجاج للماء [0.88]
2. سرعة الضوء في الزجاج [2×10^8 م/ث]

(5) احسب الطول الموجي لضوء تردده 5×10^{14} هرتز عند الانتشار في الماس علما بأن سرعة الضوء في الهواء 3×10^8 م/ث ومعامل انكسار الماس $\frac{5}{3}$ [3.6×10^{-7} متر]

(6) سقط شعاع ضوئي مائلاً على سطح فاصل بين وسطين وكانت زاوية ميل الشعاع على السطح 30° فانحرف الشعاع عن مساره بزاوية 35° أوجد من ذلك معامل انكسار السائل [2]

(7) سقطت حزمة ضوئية ضيقة مائلة بزاوية 30° على سطح متوازي مستطيلات زجاجي فانعكس جزء منها وانكسر الجزء الباقي أوجد الزاوية المحصورة بين الأشعة المنعكسة والمنكسرة علما بأن معامل الانكسار المطلق للزجاج $\sqrt{3}$ [90°]

(8) إذا كان معامل الانكسار النسبي من الجليد إلى الجليسرين 1.12 فأوجد معامل الانكسار المطلق للجليد إذا علمت أن معامل الانكسار المطلق للجليسرين 1.47 [1.31]

(9) حوض سباحة عمقه 6m وضع مصباح كهربي يضئ قاع الحوض على عمود ارتفاعه 9 متر عن سطح الحوض وبحيث يبعد عن حافة قاع الحوض بمسافة 12m فإذا علمت أن قاع الحوض مكون من بلاط مربع الشكل طول ضلع كل بلاطة 15 سم أوجد عدد البلاط الذي لا يصله ضوء المصباح علما بأن معامل انكسار الماء $\frac{4}{3}$ [30 بلاطة]

(10) وسط سرعة انتشار الضوء فيه 1.8×10^{8} م / ث و معامل الانكسار النسبى من هذا الوسط إلى وسط آخر هو $\frac{2}{3}$ فأوجد سرعة الضوء فى الوسط الآخر . [27×10^{7} م / ث]

(11) حوض سباحة مملوء لحافته بالماء عمقه 2 متر يوجد على بعد 8 متر من حافة الحوض عمود ارتفاعه 6 متر في نهايته مصباح احسب طول الجزء المختفي من قاع الحوض ولم يصله ضوء المصباح علما بأن معامل انكسار الماء $\frac{4}{3}$

[1.5 متر]

(12) من الشكل المقابل احسب:

❶ معامل الانكسار للزجاج [1.365]

❷ الزمن الذي يستغرقه الشعاع حتى يصل من A إلى B

(علما بأن سرعة الضوء في الهواء 3×10^{8}m/s) [4.55×10^{-8} s]

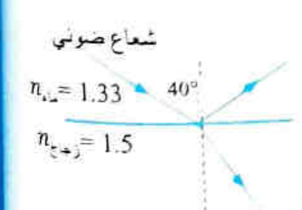
شعاع ضوئي
هواء 35° A
زجاج
8m
B
6m

(13) من الشكل المقابل: احسب

❶ زاوية الانعكاس

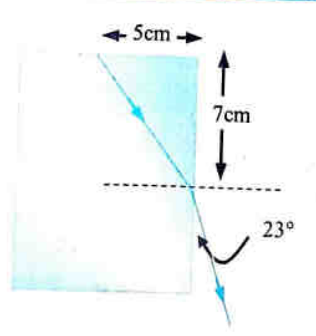
❷ زاوية الانكسار

❸ الزاوية المحصورة بين الشعاع المنعكس والمنكسر [40° - 34.74° - 105.26°]



(14) إذا سلك شعاع ضوئي المسار الموضح بالشكل، احسب معامل انكسار الزجاج.

[1.13]



(15) يوضح الجدول التالي العلاقة بين جيب زاوية السقوط في الهواء (sinϕ) وجيب زاوية الانكسار في الزجاج (sinθ) للأشعة الضوئية: ارسم علاقة بيانية بين (sinϕ) على محور الصادات (y) ، (sinθ) على محور السينات (x) ومن الرسم البياني أوجد:

sinϕ	0	0.15	0.3	a	0.6	0.75	0.9
sinθ	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	b

1 قيمة كل من a,b
2 معامل انكسار الزجاج

[1.5 ، 0.6 ، 0.45]

(16) الجدول الآتي يوضح العلاقة بين جيب زاوية السقوط وجيب زاوية الانكسار في الزجاج لشعاع ضوئي ارسم علاقة بيانية بين sinϕ على المحور الرأسي و sinθ على المحور الأفقي ومن الرسم عين معامل انكسار مادة الزجاج

sinϕ	0.16	0.32	0.48	0.64	0.8
sinθ	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5

[1.6]

1 أختر الإجابة المناسبة من بين الأقواس :

(1) ظاهرة تراكب موجتين ضوئيتين لهما نفس التردد والسعة ومتفقتان في الطور تعرف بـ .... الضوء

(أ) انكسار (ب) انعكاس (ج) حيود (د) تداخل

(2) للحصول على هدب تداخل واضح يفضل استخدام ضوء ....

(أ) مصباح عادي (ب) أزرق (ج) أحمر (د) تداخل

(3) يوضع حاجز به فتحة مستطيلة ضيقة أمام المصدر الضوئي لتخرج الموجات على شكل ....

(أ) دائرية (ب) أسطوانية (ج) مخروطية (د) كروية

(4) فى تجربة الشق المزدوج لينج تكون الهدبة المركزية ....

(أ) مضيئة (ب) مظلمة (ج) قد تكون مضيئة أو مظلمة

(5) في تجربة الشق المزدوج شدة إضاءة الهدبة المضيئة الثالثة .... شدة اضاءة الهدبة المركزية.

(أ) أكبر من (ب) متساوية مع (ج) أقل من

(6) فرق المسير عند الهدبة المضيئة الأولى (التى تلي المركزية) ....

(أ) صفر (ب) $\frac{\lambda}{2}$ (ج) λ (د) 2λ

(7) المسافة بين هدبتين متتاليتين احدهما معتمة والأخرى مضيئة تساوى ....

(أ) $\frac{2\lambda R}{d}$ (ب) $\frac{2\lambda d}{r}$ (ج) $\frac{\lambda R}{2d}$ (د) $\frac{d}{2\lambda R}$

(8) إذا اقترب الحائل المعد لاستقبال الهدب من الشق المزدوج فإن المسافة ΔY ....

(أ) تزداد (ب) تقل (ج) تظل ثابتة (د) تنعدم

(9) إذا استخدم ضوء أحمر ثم أعيدت التجربة باستخدام ضوء أزرق ، تكون النسبة $\frac{\Delta y_{\text{أزرق}}}{\Delta y_{\text{أحمر}}}$ .... الواحد الصحيح

(أ) أكبر من (ب) تساوي (ج) أقل من (د) لا توجد إجابة صحيحة

(10) إذا كانت المسافة بين هدبتين متتاليتين من نفس النوع 2 mm فيكون عدد الهدب في مساقة 10 cm .... هدبه

(أ) 20 (ب) 40 (ج) 100 (د) 25

(11) في الأشكال التالية : سقط ضوء على فتحة ضيقة فإن الشكل الصحيح الذي يعبر عن حيود الضوء هو ......

(أ) (ب) (جـ) (د)

الأسئلة (13 - 16) باستخدام الشكل المقابل اجب عما يأتي:

حائل
الهدبة المضيئة الأولى
الهدبة المضيئة المركزية
ضوء أحادي اللون
x
1m

(12) إذا كانت المسافة بين الفتحتين الضيقتين في الشق المزدوج 2×10^{-6} m وكان الطول الموجي للضوء أحادي اللون المستخدم هو 6×10^{-7} m فإذا كانت المسافة بين الفتحتين والحائل المعد لاستقبال الهدب 1m تكون المسافة (x) المبينة في الشكل تساوى ....

(أ) 6×10^{-1} m
(ب) 6×10^{-7} m
(جـ) 3×10^{-1} m
(د) 33×10^{-1} m

(13) الفرق في مسار الشعاعين الصادرين من الفتحتين إلي الهدبة المضيئة الأولى يكون مساوياً ....

(أ) λ
(ب) 2λ
(جـ) $\frac{\lambda}{2}$
(د) Zero

(14) إذا زاد الطول الموجي للضوء الساقط على الفتحتين إلى ضعف قيمته فإن المسافة بين الهدبة المضيئة المركزية والهدبة المضيئة الأولى......................

(أ) تقل للنصف
(ب) تزداد للضعف
(جـ) لا تتغير
(د) تزداد إلى ثلاث أمثالها

(15) إذا قمنا بتحريك الحائل الذى تتكون عليه الهدب حتى يقل بعده عن الفتحتين للنصف فإن المسافة بين الهدبة المضيئة المركزية والهدبة المضيئة الأولى ....

(أ) تقل للنصف
(ب) تزداد للضعف
(جـ) لا تتغير
(د) تزداد إلى ثلاث أمثالها

(16) الشكل المقابل يوضح ظاهرة التداخل في شقي ينج ، من البيانات الموضحة على الرسم يكون الطول الموجي للضوء المستخدم بالأنجستروم يساوي ....

2.5mm
0.2mm
0.8 m

(أ) 6.25×10^{-7}
(ب) 6250
(جـ) 6.4×10^{-2}
(د) 6.4×10^{8}

(17) في تجربة الشق المزدوج عند استخدام ضوء بنفسجي كانت المسافة بين هدبين مضيئين متتاليين 1.2 mm ولما استخدم ضوء أحمر كانت المسافة 2.4 mm فإن النسبة بين الطول الموجي الأول للثاني هو :

(أ) 1:2
(ب) 2:1
(جـ) 1:4
(د) 4:1

(18) عند استخدام مصدر ضوئي أحادي اللون طوله الموجي λ تكونت 6 أهداب مضيئة متتالية كل 1 cm ، فإذا استبدل المصدر الضوئي بآخر طوله الموجي 1.5 λ فما عدد الأهداب المضيئة المتتالية المتكونة كل 1 cm

Ⓐ 9 　 Ⓑ 6 　 Ⓒ 4 　 Ⓓ 2

(19) عند اجراء تجربة الشق المزدوج كانت المسافة بين الشقين d ، وعند إعادة التجربة مع استبدال الشق المزدوج بآخر المسافة بين الفتحتين فيه 0.75d مع ثبوت باقي العوامل تكون النسبة بين هدبتين متتاليتين من نفس النوع $\frac{\Delta y_1}{\Delta y_2}$ تساوي .

Ⓐ $\frac{1}{1}$ 　 Ⓑ $\frac{3}{4}$ 　 Ⓒ $\frac{4}{3}$ 　 Ⓓ $\frac{2}{3}$

(20) الترابط هو الخاصية التى تحافظ فيها موجتان لهما نفس الطول الموجي على ....

Ⓐ سعة ثابته 　 Ⓑ فرق طور ثابت 　 Ⓒ تردد ثابت 　 Ⓓ جميع ما سبق

(21) أي مما يلي صحيح للمصدرين في الشكل المجاور ....

S_1
S_2

Ⓐ متفقين في الطور 　 Ⓑ فرق الطور بينهما (π)

Ⓒ فرق الطور بينهما ($\frac{\pi}{2}$) 　 Ⓓ فرق الطور بينهما ($\frac{3\pi}{2}$)

(22) في تجربة الشق المزدوج استخدم ضوء طوله الموجي 430 nm فإذا كان فرق المسار = 1075 nm فإن الهدبة المتكونة

Ⓐ مضيئة ثانية 　 Ⓑ معتمة ثانية 　 Ⓒ مضيئة ثالثة 　 Ⓓ معتمة ثالثة

(23) عند إجراء تجربة توماس ينج باستخدام ضوء طوله الموجي $6000\ \mathring{A}$ وبعد الحائل عن الشق المزدوج R كانت **المسافة** بين هدبتين متتاليتين من نفس النوع (Δy_1) ، وعند إعادة التجربة باستخدام ضوء أخر طوله الموجي $4000\ \mathring{A}$ ، **وحرك** الحائل حتى أصبح بعده عن الشق المزدوج 1.2R كانت المسافة بين هدبتين متتاليتين من نفس النوع (Δy_2) فإن النسبة بين ($\frac{\Delta y_1}{\Delta y_2}$) تساوي ....

Ⓐ $\frac{5}{4}$ 　 Ⓑ $\frac{4}{5}$ 　 Ⓒ $\frac{6}{5}$ 　 Ⓓ $\frac{5}{6}$

(24) إذا كان بعد الهدب المضيئة الأولى عن الهدبة المركزية في تجربة الشق المزدوج 3cm ، يكون بعد الهدبة المعتمة الثالثة عن الهدبة المركزية

Ⓐ 4.5 mm 　 Ⓑ 6 mm 　 Ⓒ 7.5 cm 　 Ⓓ 9 mm

(25) وضعت شاشة مسطحة على بعد 4.2 m من شق مزدوج ، وأضيء الشقان بحزمة ضوء أحادي اللون ، فإذا كانت المسافة الفاصلة بين الهدبة المركزية والهدبة المضيئة ذي **الرتبة الثانية** 0.083 m ، والمسافة بين الشقين 5.3×10^{-5} m يكون الطول الموجي للضوء المستخدم ....

Ⓐ 2.6×10^{-7} m 　 Ⓑ 5.2×10^{-7} m 　 Ⓒ 6.2×10^{-7} m 　 Ⓓ 10^{-5} m

الأسئلة (27 - 29) باستخدام الشكل المقابل :

يُضاء شقان البعد بينهما (d) بضوء أحادي اللون فتكون على الشاشة أهداب مضيئة واهداب مظلمة ، رصدت احدى الأهداب عند النقطة (b) الظاهرة في الشكل المجاور.

(26) ما نوع الهدبة المتكونة عند النقطة (b) ....؟

Ⓐ مركزية مضيئة Ⓑ مظلمة

Ⓒ مضيئة Ⓓ لا توجد إجابة صحيحه

(27) ماذا يحدث لموضع الهدبة التي عند النقطة (b) بالنسبة للهدبة المركزية إذا انقصنا المسافة بين الشقين ....

Ⓐ تبتعد منها Ⓑ تقترب عنها Ⓒ تظل كما هي Ⓓ تختفي

(28) رتبة التداخل (m) عند النقطة (b) يساوي ....

Ⓐ 1 Ⓑ 1.5 Ⓒ 5.5 Ⓓ 4

(29) في الشكل البياني المقابل : ميل الخط المستقيم الذي يوضح العلاقة بين الطول الموجي للضوء المستخدم في تجربة الشق المزدوج (λ) والمسافة بين هدبتين متتاليتين من نفس النوع (Δy) يساوي ....

Ⓐ $R.d$ Ⓑ $\frac{R}{d}$ Ⓒ $\frac{d}{R}$ Ⓓ $\frac{2R}{d}$

(30) من العوامل المؤثرة على حيود الموجات........................

Ⓐ سرعة الموجة Ⓑ سعة الموجة Ⓒ شدة الموجة Ⓓ طول الموجة

(31) كلما زاد اتساع الشق فإن حيود الموجة ....

Ⓐ يقل Ⓑ يبقى ثابت Ⓒ يزداد Ⓓ جميع الاحتمالات واردة

(32) أهداب الحيود ناتجة عن ....

Ⓐ مصدرين ضوئيين فقط Ⓑ ثلاث مصادر ضوئية فقط Ⓒ عدد كبير من المصادر الضوئية

(33) يختلف شكل مجموعة الحيود باختلاف ....

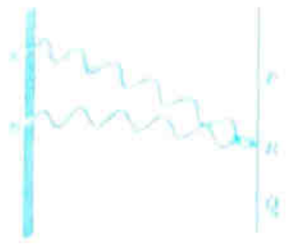
Ⓐ الشكل الهندسي للفتحة Ⓑ الطول الموجي Ⓒ التردد Ⓒ جميع ما سبق

(34) يزداد وضوح هدب الحيود إذا كان الطول الموجى للضوء .... بالنسبة لحجم الفتحة أو العائق.

Ⓐ صغير Ⓑ كبير Ⓒ مساوي Ⓒ جميع ما سبق

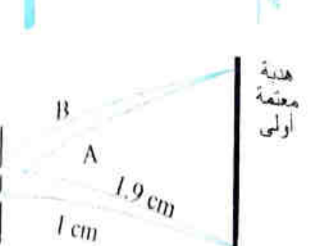
(35) الشكل المقابل : يوضح تداخل مصدرين مترابطين عند النقطة (P) فيكون فرق المسير عندها ....

Ⓐ صفر Ⓑ $(m)\lambda$ Ⓒ $(m+\frac{1}{2})\lambda$



(36) الشكل المقابل : يوضح تداخل مصدرين مترابطين عن النقطة (R) في تجربة ينج فيكون فرق المسير عندها ....

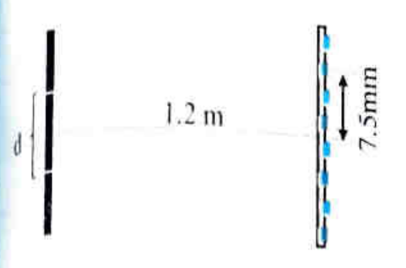
Ⓐ صفر　　Ⓑ $(m)\lambda$　　Ⓒ $(m+\frac{1}{2})\lambda$



(37) إذا كان فرق المسار بين A ، B يساوي 0.3 cm فإن الهدبة المتكونة عند النقطة y

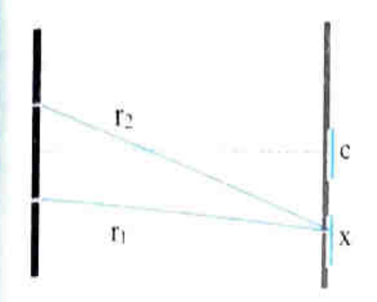
Ⓐ مضيئة ثانية .　　Ⓑ معتم ثاني .

Ⓒ مضيئة ثالثة .　　Ⓓ معتم ثالث.



(38) الشكل المقابل يوضح سقوط ضوء أحادي اللون طوله الموجي 5×10^{-7} m على شق مزدوج فتكون هدب على حائل يبعد 1.2 m عن الشق فكانت المسافة بين الهدبة المركزية والهدبة المعتمة الثالثة 7.5 mm فإن البعد بين الشقين (d) يساوي ....

Ⓐ 1 mm　　Ⓑ 0.2 mm　　Ⓒ 2 mm　　Ⓓ 0.4 mm



(39) سقطت أشعة ضوئية طولها الموجي 6×10^{-7} m على حاجز به شقين ضيقين المسافة بينهما 0.3 mm فظهرت أهداب التداخل على شاشة تبعد 1.2 m عن الشقين فإذا كان المسار $r_1 = n\lambda$ ، والمسار $r_2 = (n+3)\lambda$: اختر من الجدول التالي ما يعبر عن كل من رقم ونوع الهدبة عند x ، وكذلك بعد الهدبة المعتمة الأولى عن الهدبة المركزية (علماً بأن كل صف يمثل اختيار)

	رقم ونوع الهدبة عند (x)	بعد الهدبة المعتمة عن الهدبة المركزية
Ⓐ	3 معتمة	1.2 mm
Ⓑ	3 مضيئة	1.2 mm
Ⓒ	4 مضيئة	2.4 mm
Ⓓ	3 معتمة	2.4 mm

2 عرف كل مما يأتي:

(1) تداخل الضوء.
(2) المصادر المترابطة.
(3) صدر الموجة.
(4) هدب التداخل.
(5) التداخل البناء.
(6) التداخل الهدام.
(7) حيود الضوء.
(8) قرص إيرى

3 علل ما يأتي:

(1) فى تجربة ينج يستخدم مصدر ضوئي أحادى اللون.

(2) يفضل استخدام ضوء طوله الموجي كبير نسبياً (مثل الضوء الأحمر).

(3) لا يوجد فرق جوهري بين الحيود والتداخل فى الضوء.

(4) الهدبة المركزية فى تجربة ينج دائماً مضيئة.

(5) كلما قلت المسافة بين الشقين في تجربة الشق المزدوج لينج كلما زاد وضوح التداخل.

4 ماذا يحدث لكل مما يأتي تحت الظروف الموضحة ......؟

(1) لهدب التداخل إذا كانت فتحة الشق مستطيلة .

(2) تقابل قمة من موجة مع قاع من موجة أخرى.

(3) قمة من موجة مع قمة من موجة اخرى .

(4) عند زيادة بعد الحائل المتكون عليه هدب التداخل في تجربة ينج.

(5) عند استخدام ضوء أحادي اللون ذو طول موجي أكبر في تجربة ينج بالنسبة للمسافة بين الهدبتين المتتاليتين من نفس النوع.

(6) عند مرور الضوء من فتحة ضيقة تقترب أبعادها من قيمة الطول الموجي للضوء.

(7) زيادة المسافة بين الفتحتين المستطيلتين فى تجربة ينج؟

5 أذكر المفهوم العلمي الدال على كل عبارة مما يلي:

(1) المصادر التي تكون أمواجها متساوية التردد والسعة ولها نفس الطور.

(2) سطح عمودي على اتجاه انتشار الموجة وتكون جميع نقاطه لها نفس الطور.

(3) هي مناطق مضيئة تتخللها مناطق مظلمة تنتج عن تراكب موجات ضوئية صادرة من مصدرين مترابطين.

(4) تداخل ينتج عنه تقوية في شدة الضوء في بعض المواضع (هُدبة مضيئة) نتيجة تقابل قمة من إحدى الموجتين مع قمة من الموجة الأخرى أو قاع من إحدى الموجتين مع قاع من الموجة الأخرى.

(5) تداخل ينتج عنه انعدام لشدة الضوء في بعض المواضع (هُدبة مظلمة) نتيجة تقابل قمة من إحدى الموجتين مع قاع من الموجة الأخرى أو قاع من إحدى الموجتين مع قمة من الموجة الأخرى.

(6) ظاهرة انحراف موجات الضـوء عن مسـارها في خط مسـتقيم نتيجة مرورها خلال فتحة ضـيقة بالنسـبة للطول الموجي فيؤدي ذلك إلى تراكب الموجات وتتكون هدب التداخل.

(7) بقعة دائرية مضيئة محددة تكونت على الحائل لأشعة الضوء التي حدث لها حيود ويمكن به دراسة توزيع الإضاءة.

6 أكمل الفراغات التالية بما يناسبها:

(1) يزداد وضوح هدب التداخل كلما .... الحائل المعد لاستقبال الهدب والشق المزدوج

(2) الهدبة المركزية في تجربة توماس ينج تكون .... وذلك لأن .... يساوي ....

(3) يصعب ملاحظة حيود ....، بينما يسهل ملاحظة حيود .... وذلك لأن طول موجة .... أكبر من طول موجة ....

(4) يختلف شكل مجموعة الحيود في الضوء باختلاف ....

(5) يوضع حاجز ذو فتحة مستطيلة الشكل أمام المصدر الضوئي في تجربة ينج حتى تخرج منها الأمواج .... الشكل

(6) اتساع الهدب متساوي في ظاهرة .... ومختلف في ظاهرة ....

7 قـــارن بين كلاً ممـــا يـــأتى

(1) هدب مضيئة وهدب مظلمة

(2) التداخل البناء والتداخل الهدام

(3) التداخل والحيود

(4) الحيود والانكسار

(5) شدة الإضاءة في الهدب في حالة التداخل والحيود

8 متى؟

(1) تكون الهدبة مضيئة فى تجربة الشق المزدوج.

(2) تداخل هدام لموجتين من موجات الضوء.

(3) تداخل بناء لموجتين من موجات الضوء.

(4) حيود الضوء بحيث يكون ملحوظاً.

9 مـا وظيـــفة كــلاً ممـــا ياتـــى

(1) الشق المزدوج فى جهاز ينج

(2) الحائل في تجربتي التداخل والحيود

(3) الفتحة المستطيلة في تجربة ينج

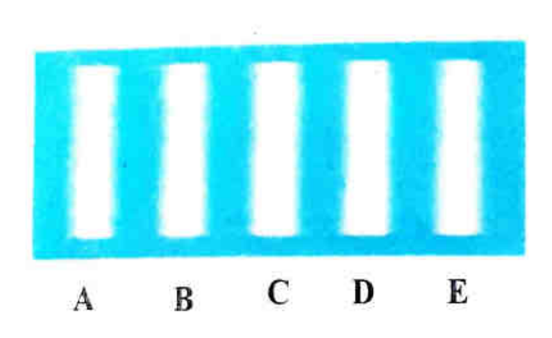
(1) يظهر الشكل المجاور رسماً تخطيطياً لجزء من نمط تداخل على شاشة ينتج عن إضاءة شقين بضوء احادي اللون.

ادرس الشكل ثم اجب عن الاتي:

1. ضع إشارة (x) عند موضع الهدبة المركزية على الشاشة
2. ما نوع ورتبة الهدبة المتكونة عند النقطة (a) على الشاشة؟
3. ماذا يحدث إذا زاد بعد الحائل عن الشق المزدوج .

---

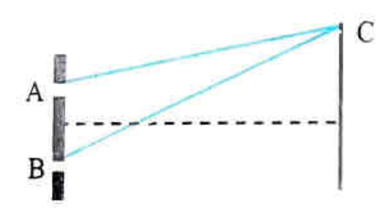
(2) في الشكل المقابل: **اضيء فتحتي الشق المزدوج بضوء احمر فتكونت على الشاشة هُدب ، فإذا كانت الهدبة المركزية المضيئة (A)**



1. عند أي من الاهداب **الظاهرة في الشكل يكون فرق المسار ضعف الطول الموجي**
2. **ما المتغير الذي يحدد المسافة بين كل هدبتين مضيئتين متتاليتين إضافة لمتغير المسافة بين الشقين ومتغير بعد الشاشة.**

---

(3) في الشكل المقابل: **طول AC يساوي** ($n\lambda$) وكانت الهدبة المتكونة عند النقطة C **هو الهدب المضيء الأول فما طول المسار BC** إذا كان (λ) هو الطول الموجي و n **عدد صحيح موجب.**



---

(4) في الشكل المقابل: **اجب عن الأسئلة الاتية:**

1. نوع التداخل في الشكل (A) عند النقطة (Q)؟ وقيمة فرق المسير، ورتبته؟
2. نوع التداخل في الشكل (B) عند النقطة (R)؟ وقيمة فرق المسير، ورتبته؟

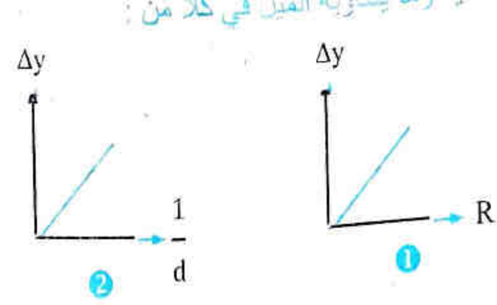
---

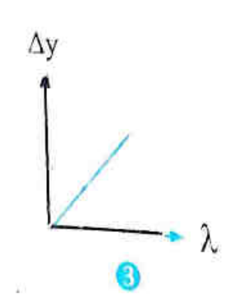
(5) في الشكل المقابل: **اضيء** فتحة بضوء ازرق فتكونت على **الشاشة أهداب مضيئة** ومظلمة كما في الشكل:



1. **أي من الاهداب الظاهرة** في الشكل هو الهدبة المركزية.
2. **ما الظاهرة الموجية** التي أدت إلي تكون الهدب، ولماذا؟

(6) اكتب العلاقة الرياضية وما يساويه الميل في كلا من :





11 مســـــائل

(1) فى تجربة ينج عندما كانت المسافة بين الفتحتين 10^{-4} متر تكونت هدب التداخل على ستار يبعد 80 سم من الفتحتين احسب المسافة بين مركزي هدبتين متتاليتين من نفس النوع على الستار علما بان الطول الموجى للضوء المستخدم 5000 انجستروم.
$[4\times 10^{-3}$ m$]$

(2) احسب تردد الضوء المستخدم في تجربة ينج إذا كانت المسافة بين الفتحتين الضيقتين 0.00015 م والمسافة بين الحائل المعد لاستقبال الهدب والشق المزدوج 0.75 م وكانت المسافة بين هدبتين متتاليتين من نفس النوع 0.002 م. علما بأن سرعة الضوء في الهواء 3×10^{8} م/ث
$[7.5\times 10^{14}$ Hz $]$

(3) سقط ضوء أحادي اللون على شق مزدوج وكانت المسافة بين مركزي الشق المزدوج هي 1.1 مم، والمسافة بين الهدب المتشابهة المتتابعة على حائل يبعد 5 m هي 0.3 cm أوجد طول موجة الضوء.
$[6.6\times 10^{-7}$ m$]$

(4) في تجربة الشق المزدوج لينج كانت المسافة بين الفتحتين المستطيلتين الضيقتين هي 2 مم، وكانت المسافة بينهما وبين الحائل المعد لاستقبال هدب التداخل هي 1 متر، فإذا استخدم في هذه التجربة ضوء أزرق طوله الموجي 5000A° أنجستروم فأوجد:

1. المسافة بين هدبتين مضيئتين متعاقبتين $[2.5\times 10^{-4}$ m $]$
2. تردد موجة هذا الضوء، علماً بأن سرعة الضوء = 3×10^{8} م/ث $[6\times 10^{14}$ Hz $]$

(5) في تجربة الشق المزدوج لينج أستخدم ضوء بنفسجي فكانت المسافة بين هدبتين مضيئتين متتاليتين 1.2 مم وعندما استخدم ضوء أحمر كانت المسافة 2.4 مم ، احسب النسبة بين الطولين الموجيين.
$[\frac{1}{2}]$

(6) في تجربة الشق المزدوج لينج كانت المسافة بين الفتحتين المستطيلتين الضيقتين 0.2 mm ، وكانت المسافة بين الشق والحائل المعد لاستقبال الهدب 120 cm ، وكانت المسافة بين هدبتين مضيئتين متتاليتين 3mm ، احسب الطول الموجي للضوء المستخدم أحادي اللون بالأنجستروم علماً بأن ($1\mathring{A}=10^{-10}$m)
$[5000\ \mathring{A}]$

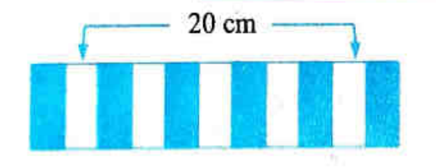
(7) في إحدى تجارب الشق المزدوج لينج استقبلت هدب التداخل على تدريج فكانت المسافة بين هدبتين معتمتين متتاليتين 2.7mm وكان الضوء المستخدم أحادي اللون طوله الموجي $4800\mathring{A}$ والبعد بين الشق المزدوج والتدريج 5m والمسافة بين منتصفي الشق المزدوج 1mm احسب نسبة الخطأ في التدريج [12.5%]

(8) يضاء الشقان في تجربة ينج بضوء برتقالي طول موجته $6000\mathring{A}$ تتشكل أهداب التداخل على شاشة بعيدة جدا عن الشقين. ترقم الأهداب الساطعة بحيث يكون رقم الهدب الساطع المركزي صفرا. ما هو فرق المسار للضوء القادم من الشقين عند الهدب الساطع الرابع؟ [2.4×10^{-6} m]

(9) في تجربه الشق المزدوج لينج كان الفاصل بين هدب التداخل للضوء الأخضر يساوى 0.275 مم ، حيث أن الضوء الأخضر له طول موجى 550 نانومتر ، وعندما استخدم ضوء أحمر دم الغزال ذو طول موجى 600 نانومتر أو ضوء بنفسجي 400 نانومتر حصلنا على هُدب أخرى فأوجد :

1. المسافة بين هدب التداخل المتكونة بالضوء الأحمر.
2. المسافة بين هدب التداخل المتكونة بالضوء البنفسجي. [3×10^{-4} m ، 2×10^{-4} m]

(10) في تجربة ينج لتعيين الطول الموجى لضوء أحادى اللون تكونت الصورة الموضحة بالشكل:



1. ما اسم الظاهرة الناتجة من التجربة وما اسم المناطق المتوازية التي ظهرت؟
2. احسب الطول الموجى للضوء المستخدم علما بأن البعد بين الشق المزدوج والحائل المعد لاستقبال الهدب يساوى 100 cm والمسافة بين الشقين تساوى 0.01 mm

[5×10^{-7} m]

(11) في إحدى التجارب لإيجاد الطول الموجي باستخدام تجربة الشق المزدوج لينج كانت المسافة بين الشق المزدوج والحائل المعد لاستقبال الهدب = 1m وسجلت النتائج بين (Δy) ومقلوب d كالتالي:

(Δy) بالأنجستروم	12	15	24	30	36	Y
$(\frac{1}{d})\times10^{-13}$ بالأنجستروم$^{-1}$	2	2.5	4	5	X	10

ارسم علاقة بيانية بين (Δy) على المحور الرأسي ، $\frac{1}{d}$ على المحور الأفقي ومن الرسم أوجد:

1. قيمة X ,Y
2. الطول الموجي للضوء المستخدم [6×10^{-13} m ، 60 $\mathring{A}$ ، 6000 $\mathring{A}$]

1 أختر الإجابة المناسبة من بين الأقواس:

(1) عندما ينتقل الضوء من وسط أكبر كثافة ضوئية إلى وسط أقل كثافة ضوئية فإن أكبر قيمة لزاوية الانكسار في الوسط الأقل كثافة ضوئية هي

Ⓐ 180° Ⓑ 90° Ⓒ 45° Ⓓ 0°

(2) أقل قيمة لزاوية الانكسار عندما ينتقل شعاع ضوئي بين وسطين شفافين تساوي ....

Ⓐ 180° Ⓑ 90° Ⓒ 45° Ⓓ 0°

(3) في الشكل المقابل : أكبر زاوية السقوط التي تسمح لنفاذ الشعاع الضوئي من الماس (n = 2.4) إلى الهواء هي ....

هواء
ماس
ϕ

Ⓐ 24.6° Ⓑ 26.4° Ⓒ 28° Ⓓ 30°

(4) الزاوية الحرجة بين وسطين 30° فإن معامل الانكسار النسبي من الوسط الأكبر كثافة إلى الوسط الأقل كثافة

Ⓐ $\frac{1}{2}$ Ⓑ 1 Ⓒ 2 Ⓓ 3

(5) تكون الزاوية الحرجة دائماً ....

Ⓐ منفرجة Ⓑ قائمة Ⓒ حادة Ⓓ يمكن أن تكون حادة أو قائمة

(6) الشكل المقابل يوضح مسار شعاع ضوئي بين ثلاث أوساط شفافة (A) ، (B) ، (C) من الشكل يمكن استنتاج أن .....

A
B
C

Ⓐ $n_C < n_B < n_A$ Ⓑ $n_A < n_C < n_B$

Ⓒ $n_A > n_B > n_C$ Ⓓ $n_C > n_A > n_B$

(7) الزاوية الحرجة للضوء الاحمر .... الزاوية الحرجة للضوء الازرق

Ⓐ أكبر من Ⓑ أقل من Ⓒ تساوى Ⓓ لا توجد علاقة بـ

(8) إذا كان معامل الانكسار النسبي من الوسط (x) إلى الوسط (y) يساوي 0.75 ، فإن الزاوية الحرجة بين الوسطين .....

Ⓐ 48.59 وتقع في الوسط (x) Ⓑ 48.59 وتقع في الوسط (y)

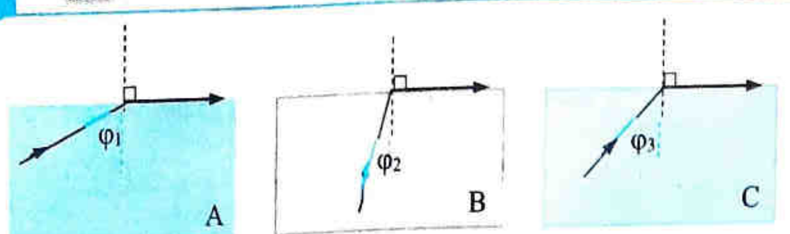
Ⓒ 48.59 وتقع في الوسط (x) Ⓓ 48.59 وتقع في الوسط (x)

(9) أكبر زاوية سقوط لشعاع ضوئي سقط من الزجاج ($n_{زجاج}$ = 1.5) تجعل الشعاع ينفذ إلى الهواء هي ....

Ⓐ 24° Ⓑ 41.8° Ⓒ 45° Ⓓ 90°



(10) في تجربة لتعيين معامل الانكسار المطلق لثلاث أوساط شفافة (A) ، (B) ، (C) باسقاط شعاع ضوئي من الوسط إلى الهواء حصلنا على المسارات الموضحة بالشكل ،



اي الخيارات التالية يعبر عن العلاقة بين معاملات الانكسار للأوساط الثلاث وكذلك سرعة الضوء فيها

	العلاقة بين معاملات الانكسار	العلاقة بين سرعة الضوء
(أ)	$n_B < n_C < n_A$	$V_C > V_A > V_B$
(ب)	$n_C > n_A > n_B$	$V_B < V_C < V_A$
(ج)	$n_B > n_C > n_A$	$V_B < V_C < V_A$
(د)	$n_C < n_B < n_A$	$V_C < V_B < V_A$

(11) مقدار الزاوية الحرجة بين وسطين يتوقف على كل مما يأتي ماعدا ....

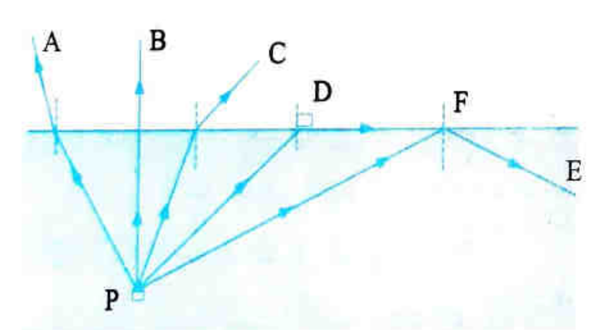
(أ) معامل الانكسار النسبي من الوسط الأكبر كثافة ضوئية إلى الوسط **الأقل كثافة ضوئية**.

(ب) زاوية سقوط الشعاع الضوئي في الوسط الأكبر كثافة ضوئية.

(ج) معامل الانكسار المطلق للوسط الأكبر كثافة ضوئية فقط.

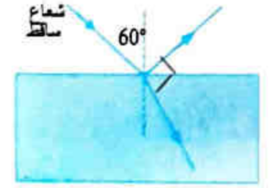
(ج) معامل الانكسار المطلق للوسط الأقل كثافة ضوئية فقط.

(12) متوازي مستطيلات من الزجاج موضوع فوق نقطة مضيئة (P) ، يوضح الشكل خمسة أشعة (A , B , C , D , E) أي هذه الأشعة لا يمكن أن يتبع المسار المرسوم ؟



(أ) A (ب) C (ج) D (د) E

(13) الشكل المقابل: يوضح سقوط شعاع ضوئي على سطح متوازي مستطيلات من مادة شفافة فانعكس جزء وانكسر جزء آخر فإذا كان الشعاع المنعكس متعامد مع الشعاع المنكسر تكون الزاوية الحرجة لمادة المتوازي



(أ) 24.2° (ب) 32.8° (ج) 35.2° (د) 42.8°

(14) المنشور العاكس يستطيع تغيير مسار الشعاع الضوئي بمقدار

(أ) 45° (ب) 180° (ج) 270° (د) 360°

(15) مستعيناً بالرسم المقابل:

1- الشعاع الذي يتغير مساره بزاوية 90° هو الشعاع

Ⓐ a　Ⓑ b　Ⓒ c　Ⓓ d

2- الشعاع الذي يتغير مساره بزاوية 180° هو الشعاع

Ⓐ a　Ⓑ b　Ⓒ c　Ⓓ d

(16) يحدث السراب نتيجة حدوث .... للضوء الأبيض.

Ⓐ حيود　Ⓑ انعكاس كلى　Ⓒ تداخل　Ⓓ انعكاس

(17) تحدث ظاهرة السراب نتيجة تغير كثافة الهواء حيث معامل انكسار الهواء للضوء للطبقات الأعلى .... معامل انكسار الطبقات القريبة من سطح الأرض .

Ⓐ أقل من　Ⓑ أكبر من　Ⓒ يساوي

(18) كلما زاد الفرق بين درجة حرارة طبقات الهواء الملامسة لسطح الأرض والطبقات الأعلى منها فإن فرصة حدوث ظاهرة الانعكاس الكلى ....

Ⓐ تزداد　Ⓑ تقل　Ⓒ لا تتغير　Ⓓ تنعدم

(19) الألياف البصرية تعتمد فكرة عملها على ....

Ⓐ الانكسار　Ⓑ التداخل　Ⓒ الحيود　Ⓓ الانعكاس الكلي

(20) في الشكل المقابل: يسقط شعاع أحمر على أحد وجهى منشور ثلاثي قائم و خرج من الوجه الآخر ما هى العبارة غير الصحيحة مما يأتى :-

Ⓐ لا يحدث انكسار للضوء عند P

Ⓑ يحدث انعكاس للضوء عند Q

Ⓒ لا يتحلل الضوء الأحمر .

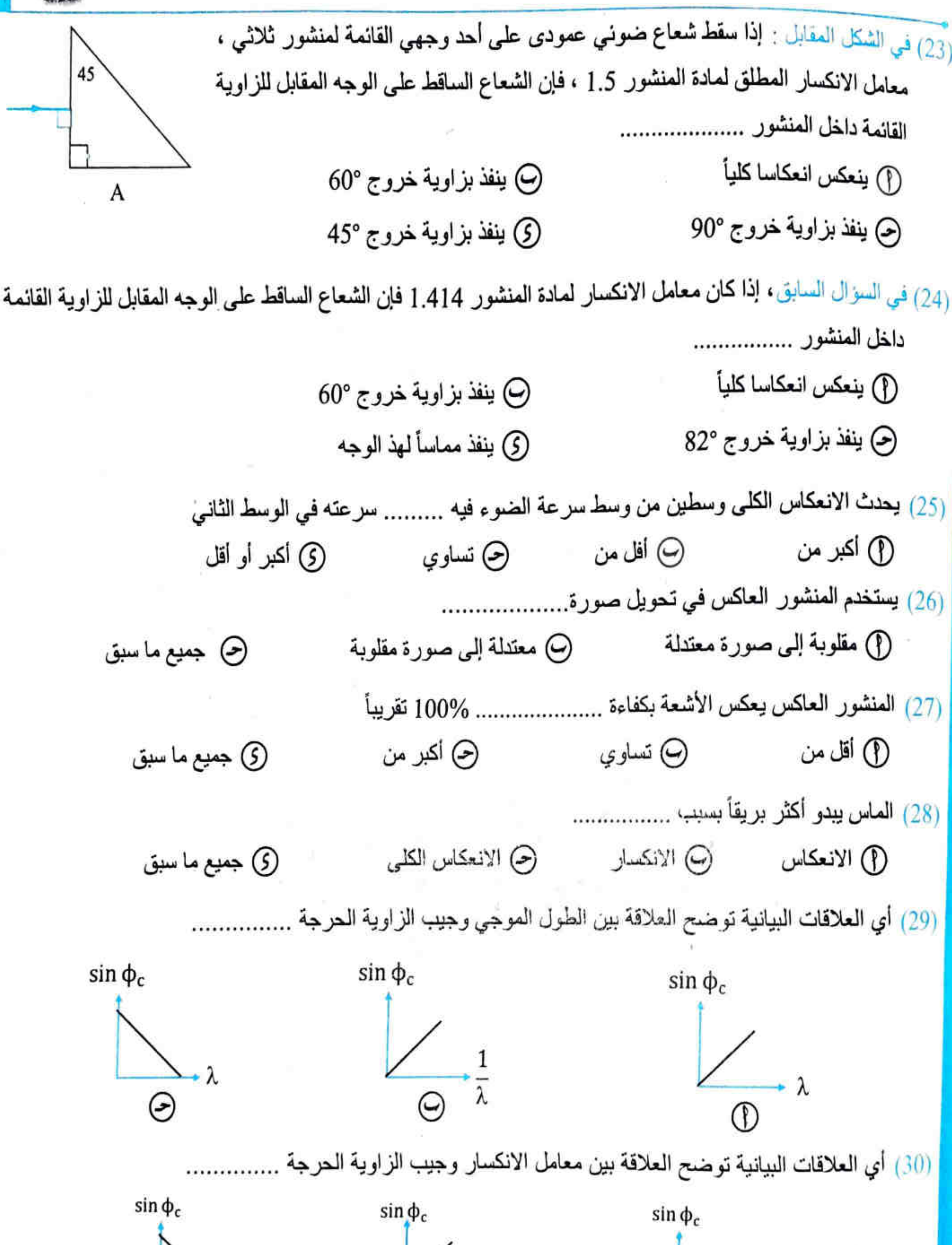
Ⓓ يمر الضوء عند R بنفس السرعة .

(21) في الشكل إذا سقط شعاع عمودى على أحد أوجه منشور ثلاثي متساوي الساقين معامل الانكسار المطلق لمادته = 1.5 ، فإن الشعاع ينفذ من المنشور بزاوية خروج تساوى ....

Ⓐ 90°　Ⓑ 60°　Ⓒ 0°　Ⓓ 30°

(22) تغطى أوجه المنشور العاكس التي يدخل أو يخرج منها الضوء بغشاء رقيق غير عاكس من مادة معامل انكسارها أقل من معامل انكسار الزجاج مثل ....

Ⓐ الكريوليت　Ⓑ فلوريد الألومونيوم　Ⓒ فلوريد الماغنيسيوم　Ⓓ جميع ما سبق



(23) في الشكل المقابل : إذا سقط شعاع ضوئي عمودى على أحد وجهي القائمة لمنشور ثلاثي ، معامل الانكسار المطلق لمادة المنشور 1.5 ، فإن الشعاع الساقط على الوجه المقابل للزاوية القائمة داخل المنشور ....

(أ) ينعكس انعكاسا كلياً
(ب) ينفذ بزاوية خروج 60°
(ج) ينفذ بزاوية خروج 90°
(د) ينفذ بزاوية خروج 45°

(24) في السؤال السابق، إذا كان معامل الانكسار لمادة المنشور 1.414 فإن الشعاع الساقط على الوجه المقابل للزاوية القائمة داخل المنشور ....

(أ) ينعكس انعكاسا كلياً
(ب) ينفذ بزاوية خروج 60°
(ج) ينفذ بزاوية خروج 82°
(د) ينفذ مماساً لهذ الوجه

(25) يحدث الانعكاس الكلى وسطين من وسط سرعة الضوء فيه .... سرعته في الوسط الثاني

(أ) أكبر من
(ب) أقل من
(ج) تساوي
(د) أكبر أو أقل

(26) يستخدم المنشور العاكس في تحويل صورة...................

(أ) مقلوبة إلى صورة معتدلة
(ب) معتدلة إلى صورة مقلوبة
(ج) جميع ما سبق

(27) المنشور العاكس يعكس الأشعة بكفاءة .... 100% تقريباً

(أ) أقل من
(ب) تساوي
(ج) أكبر من
(د) جميع ما سبق

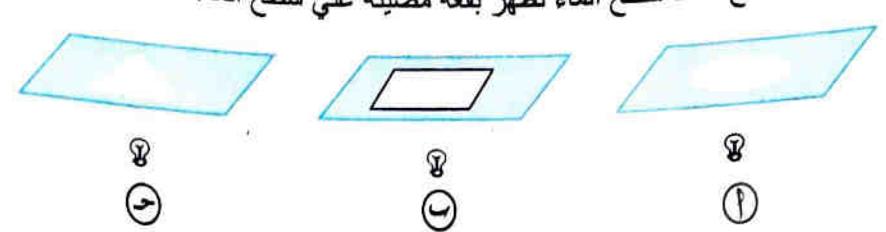
(28) الماس يبدو أكثر بريقاً بسبب، ....

(أ) الانعكاس
(ب) الانكسار
(ج) الانعكاس الكلى
(د) جميع ما سبق

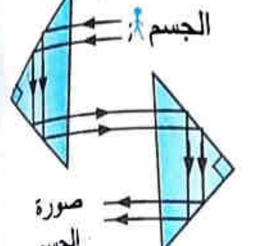
(29) أي العلاقات البيانية توضح العلاقة بين الطول الموجي وجيب الزاوية الحرجة ....

(30) أي العلاقات البيانية توضح العلاقة بين معامل الانكسار وجيب الزاوية الحرجة ....

(31) عند اضاءة مصباح تحت سطح الماء تظهر بقعة مضيئة علي سطح الماء كما بالشكل ....

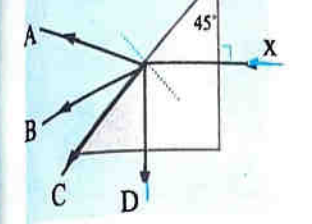


Ⓐ Ⓑ Ⓒ



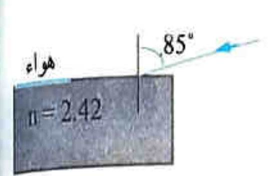
(32) في الشكل المقابل: الصورة المتكونة للجسم ....

Ⓐ مقلوبة　　Ⓑ معتدلة　　Ⓒ لا تتكون صورة

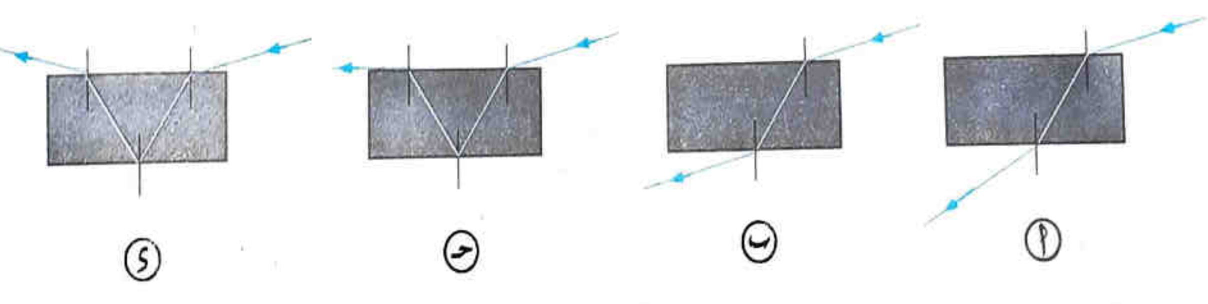


(33) سقط شعاع ضوئي (x) عمودياً على أحد أوجه منشور ثلاثي مغمور في الماء كما بالشكل فإذا كان معامل انكسار مادة المنشور هو 1.5 ومعامل انكسار الماء 1.2 ، فإن الشعاع الذي يمثل الشعاع الخارج من الوجه المقابل يكون ....

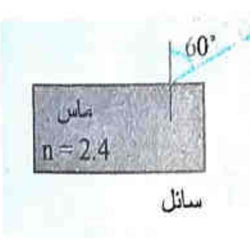
Ⓐ A　　Ⓑ B　　Ⓒ C　　Ⓓ D



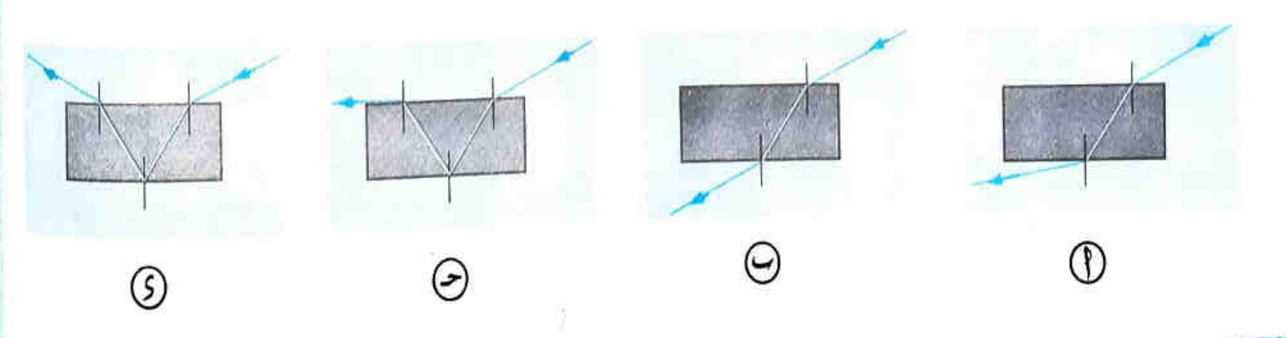
(34) الشكل المقابل يمثل سقوط شعاع ضوئي على وجه متوازي مستطيلات معامل انكسار مادته 2.42 بزاوية سقوط 85° ، فإن المسار الذي يسلكه الشعاع يمثل في الشكل



Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ



(35) في الشكل المقابل : متوازي مستطيلات من الماس معامل انكسار مادته (n = 2.4) **مغمور في** سائل معامل انكساره (n = 1.2) فإذا سقط شعاع ضوئي من السائل على **وجه المتوازي** بزاوية سقوط 60° فإن المسار الذي يسلكه الشعاع يمثل في الشكل ....



Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ

عرف كل مما يأتي:

(1) الزاوية الحرجة.
(2) الانعكاس الكلى
(3) معامل الانكسار النسبي.
(4) معامل الانكسار المطلق لوسط.
(5) الألياف الضوئية (البصرية)
(6) المنشور العاكس

علل ما يأتي:

(1) الضوء الذي ينبعث من تحت سطح الماء يحتمل عدم رؤيته في الهواء.
(2) الماس شديد التألق بالنسبة إلى الزجاج.
(3) عند سقوط الضوء الأبيض على فقاعة صابون تظهر ملونة بألوان الطيف السبعة.
(4) يمكن استخدام الألياف الضوئية في نقل الضوء إلى الأماكن التي يصعب الوصول إليها من الجهاز الهضمي.
(5) يفضل أن تغطى الليفة بطبقة خارجية من نوع من الزجاج معامل انكساره أقل من زجاج قلب الليفة.
(6) يفضل المنشور العاكس عن السطح المعدني العاكس.
(7) تغطى أوجه المنشور العاكس التي يدخل أو يخرج منها الضوء بغشاء رقيق غير عاكس من مادة معامل انكسارها أقل من معامل انكسار الزجاج مثل الكريوليت (فلوريد الألومونيوم أو فلوريد الماغنيسيوم).
(8) يحدث السراب في المناطق الصحراوية.

4 ماذا يحدث لكل مما يأتي تحت الظروف الموضحة ......؟

(1) إذا سقط شعاع ضوئي من الوسط الأقل كثافة ضوئية إلى الوسط الأكبر كثافة ضوئية؟
(2) عند انتقال شعاع ضوئي من وسط أكبر كثافة ضوئية إلى وسط أقل كثافة ضوئية؟

5 أذكر المفهوم العلمي الدال على كل عبارة مما يلي:

(1) زاوية السقوط في الوسط الأكبر كثافة ضوئية تقابلها زاوية انكسار في الوسط الأقل كثافة ضوئية تساوي 90°
(2) ظاهرة ارتداد (انعكاس) الأشعة كلياً إلى نفس الوسط عندما تسقط من وسط أكبر كثافة ضوئية إلى وسط أقل كثافة ضوئية بزاوية سقوط أكبر من الزاوية الحرجة.
(3) مقلوب جيب الزاوية الحرجة
(4) قضيب مصمت رفيع من مادة مرنة شفافة إذا دخل الضوء من أحد طرفيه فإنه يعاني انعكاسات كلية متتالية حتى يخرج من الطرف الآخر.
(5) هو منشور زجاجي من الزجاج قاعدته على شكل مثلث قائم الزاوية، ومتساوي الساقين زواياه: (90° - 45° - 45°).
(6) هو ظاهرة تحدث في فصل الصيف وفي الأيام شديدة الحرارة حيث ترى فيها صور الأجسام البعيدة كما لو كانت **منعكسة** على سطح الماء، كما تبدو الطرق المرصوفة كأنها مبللة بالماء.

6 أكمل الفراغات التالية بما يناسبها:

(1) الزاوية الحرجة لوسط بالنسبة للهواء = 45° ، فيكون معامل الانكسار المطلق للوسط هو ....

(2) إذا كان معامل الانكسار المطلق للماس 2.4 والزجاج 1.6 فإن الزاوية الحرجة للماس .... الزاوية الحرجة للزجاج.

(3) من خلال فقاعات الصابون يمكن رؤية ....عندما يسقط عليها ضوء ابيض.

(4) ظاهرة السراب تعتبر تطبيقاً على ظاهرة ....

(5) يستخدم المنشور العاكس في بعض الآلات البصرية مثل ....

(6) النسبة بين جيب زاوية السقوط في الهواء إلى جيب زاوية الانكسار في الوسط تعرف بـ .... للوسط.

(7) كلما زاد الفرق بين معاملي الانكسار المطلق لوسطين كلما .... الزاوية الحرجة بينهما.

(8) جيب الزاوية الحرجة يساوي معامل الانكسار النسبي من الوسط .... كثافة إلى الوسط .... كثافة

(9) لا يحدث انعكاس كلي إذا سقط شعاع ضوئي من وسط .... كثافة ضوئية إلى وسط .... كثافة ضوئية

(10) تغطى الأوجه التي يدخل أو يخرج منها الضـوء في المنشـور العاكس بمادة ....أو .... والتي تعرف باسم ....

7 قـــــارن بين كلاً ممـــا يـــأتى

(1) الانعكاس والانعكاس الكلى

(2) الماس والزجاج من حيث التألق والسبب

(3) الليفة الضوئية ذى الطبقة واحدة الليفة الضوئية ذى الطبقتين

8 متى؟

(1) يحدث انعكاساً كلياً للأشعة الضوئية؟

(2) يسقط شعاع من وسط أكبر كثافة ضوئية لوسط أقل ويخرج مماس للسطح الفاصل بين الوسطين؟

(3) يسقط شعاع من وسط أكبر كثافة ضوئية لوسط أقل ويخرج على استقامته؟

(4) الشعاع الساقط على منشور عاكس لا يعاني أى انكسار؟

(5) الأشعة الساقطة من وسط شفاف إلى آخر شفاف تنعكس؟

9 اذكر شرط حدوث كل مما يأتى

(1) الانعكاس الكلى

(2) تغير مسار الشعاع في المنشور العاكس بمقدار 90°

(3) تغير مسار الشعاع في المنشور العاكس بمقدار 180°

(4) السراب
(5) انكسار شعاعاً بحيث يكون مماساً لسطح فاصل بين وسطين مختلفين في الكثافة الضوئية.
(6) نفاذ الضوء بين وسطين شفافين دون انكسار.

10 ما وظيفة كلا مما يأتى

(1) المنشور العاكس
(2) الليفة الضوئية
(3) طبقة الكريوليت فى المنشور العاكس
(4) البيرسكوب

11 اذكر العامل أو العوامل التي يتوقف عليها كلا من

(1) الزاوية الحرجة بين وسطين
(2) انعكاس شعاع ضوئي كلياً داخل منشور عندما يسقط من الهواء عمودياً على أحد ضلعي القائمة لمنشور ثلاثي متساوي الساقين.

12 ما الأساس العلمي لكل من

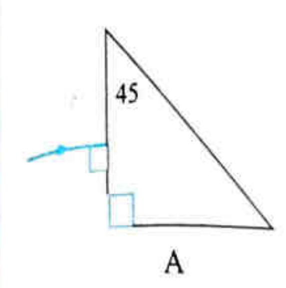
(1) السراب الصحراوي
(2) المنشور العاكس
(3) الألياف الضوئية
(4) بيرسكوب الغواصة
(5) المنظار الطبي

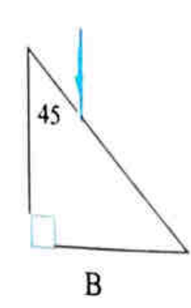
13 أسئلة متنوعة

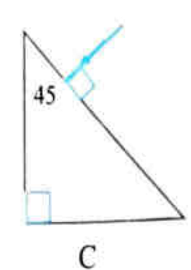
(1) أذكر اسم جهاز يعتمد على الانعكاس الكلى للضوء مع ذكر استخدام واحد له.
(2) ما الظاهرة العلمية التى توضحها الأجهزة الآتية: -
❶ المنشور العاكس. ❷ الليفة الضوئية. ❸ البيروسكوب فى الغواصات.
(3) الشكل التالي يوضح ليفة ضوئية زجاجية مغطاة بطبقة خارجية من نوع من الزجاج معامل انكساره أقل من زجاج القلب فإذا كانت الليفة يمر بها شعاع ضوئي كما هو موضح بالشكل:
❶ وضح لماذا لم يتغير اتجاه شعاع الضوء عند كل من P ، S ؟
❷ وضح لماذا حدث للشعاع الضوئى انعكاس كلى Q ، R ؟
❸ وضح لماذا تفضل الليفة الضوئية المكونة من طبقتين كما بالرسم عن تلك التى تتكون من طبقة واحدة ؟

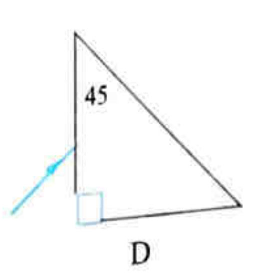
Q R S P

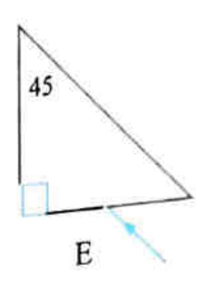
(4) يمثل الشكل المرسوم خمس طرق يمكن ان يسقط بها شعاع علي منشور زجاجي (معامل انكساره 1.5) وزاوياه ($45° - 45° - 90°$)







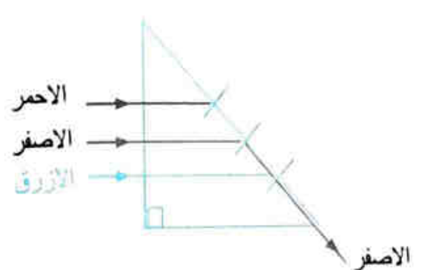




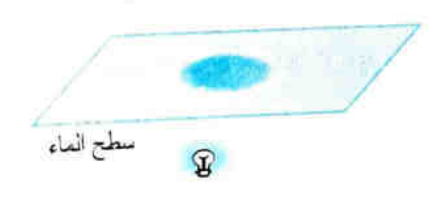
أيهما يمكن استخدامه:

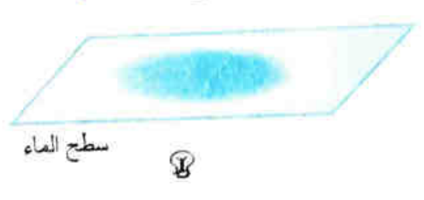
1. ليحرف الشعاع بزاوية $90°$
2. ليجعل الشعاع يخرج من الوجه الذي دخل فيه اصلاً.
3. ليجعل الشعاع يعاني انعكاساً داخلياً مرتين.

(5) في الشكل المقابل: منشور قائم الزاوية متساوي الساقين يسقط علية 3 أشعة عمودية على أحد ضلعي الزاوية القائمة وخرج الأصفر مماسا للوجه المقابل. وضح بالرسم مسار الضوء الاحمر والازرق



(6) مصباحان أحدهما أحمر والأخر أزرق على نفس العمق من سطح الماء في حوض كبير وعند الاضاءة حدث اختلاف لقطر القرص الذى يظهر فوق سطح الماء فسر ذلك؟





14 مســـــائل

(1) احسب مقدار الزاوية الحرجة لنفاذ الضوء من البنزين إلى الماء علما بأن معامل انكسار الضوء في البنزين = $\frac{3}{2}$ ومعامل إنكسار الضوء في الماء $\frac{4}{3}$

[$62.73°$]

(2) إذا كانت الزاوية الحرجة لوسط ما بالنسبة للهواء = $45°$ احسب معامل الانكسار المطلق لهذا الوسط.

[$\sqrt{2}$]

(3) إذا علمت أن معامل الانكسار المطلق للماس 2.4 ومعامل الانكسار المطلق للزجاج التاجي = 1.6 أوجد:

1. معامل الانكسار النسبي بين الماس والزجاج. $[\frac{2}{3}]$
2. قيمة الزاوية الحرجة لكل من الماس والزجاج مع الهواء. $[24.62° \quad - 38.68°]$
3. قيمة الزاوية الحرجة بين الماس والزجاج. $[41.81°]$
4. سرعة الضوء في الماس إذا علمت أن سرعة الضوء في الهواء $3\times10^8 m/s$ $[125\times10^6\ m/s]$

---

(4) غمر جسم مضيء في ماء معامل انكساره 1.33 بين هل تنفذ الأشعة أم تخرج مماسة للسطح الفاصل أم تنعكس انعكاسا كليا إذا سقطت الأشعة كلها بزاوية 60°

[تنعكس انعكاسا كليا]

---

(5) إذا علمت أن الزاوية الحرجة بين وسطين شفافين 55° وكان معامل الانكسار المطلق لأصغرهما كثافة ضوئية 1.4 احسب معامل الانكسار المطلق للوسط الأكبر كثافة ضوئية

[1.7]

---

(6) إذا كانت الزاوية الحرجة للزجاج بالنسبة للهواء = 42° والزاوية الحرجة للماء بالنسبة للهواء = 48° أوجد الزاوية الحرجة بين الزجاج والماء.

[64.06°]

---

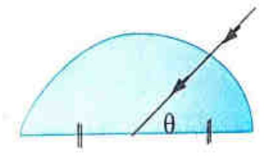
(7) مصباح موضوع أسفل سطح مقدار من سائل بمسافة قدرها 6 سم فإذا كان قطر أصغر قرص يكفي لحجب كل ضوء المصباح هو 8 سم فما معامل انكسار ذلك السائل

[1.8]

---

(8) في الشكل المقابل: شعاع ضوئي يسقط على نصف قرص من الزجاج (n = 1.5)

تتبع مسار الشعاع ، واحسب زاوية الخروج !



1. θ = 45°
2. θ = 60°

[0 , 48.59°]

---

(9) منشور قائم الزاوية متساوي الساقين معامل الانكسار المطلق لمادته 1.5 فإذا سقط شعاع ضوئي عموديا على أحد ضلعي الزاوية القائمة وضح بالرسم ماذا يحدث للشعاع الساقط داخل المنشور على الوجه هل ينعكس كليا أم ينفذ وإذا نفذ فما قيمة زاوية الخروج.

[n = 41.8° – ينعكس كلياً]

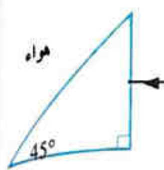
---

(10) وضعت قطعة من الماس في قاع حوض به ماء على عمق 1m احسب أصغر قطر لقرص من الفلين يطفو على سطح الماء فوق قطعة الماس بحيث يكفي لحجب الضوء النافذ من سطح الماء والمنبعث من قطعة الماس (علما بأن معامل الانكسار المطلق للماء $\sqrt{2}$).

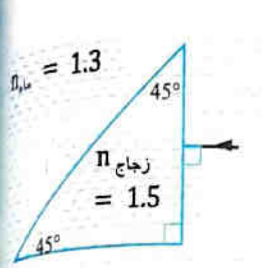
[2.82m]

(11) مكعب زجاجي مصمت طول ضلعه 12cm ويواجه كل وجه من أوجهه حائل أبيض، وضع عند مركز المكعب مصباح صغير يعطي ضوء أزرق معامل انكسار مادة الزجاج للضوء الأزرق = 1.5 ، احسب نصف قطر دائرة الضوء الخارج من المصباح والمتكونة على كل حائل ، وإذا كان المصباح يعطي ضوء أحمر معامل انكسار مادة الزجاج له = 1.2 ماذا تتوقع أن يكون شكل الضوء الخارج من وجه المكعب والواقع على الحائل الأبيض. [5.36m]

(12) تتبع مسار الشعاع في المنشور الذي أمامك حيث أن ($n_{\text{زجاج}} = \sqrt{2}$)



(13) تتبع مسار الشعاع في المنشور الذي أمامك حيث أن
($n_{\text{زجاج}} = 1.5$) ($n_{\text{ماء}} = 1.3$)





1 أختر الإجابة المناسبة من بين الأقواس :

أولاً : انحراف الضوء في المنشور الثلاثي وقوانين المنشور

(1) عند زيادة زاوية السقوط الأولى لشعاع ضوئي يسقط على أحد أوجه منشور ثلاثي ، فإن زاوية السقوط الثانية على الوجه الآخر ....

(أ) تزداد (ب) تقل (ج) لا تتغير (د) تنعدم

(2) سقط شعاع ضوئي عمودياً على أحد أوجه منشور ثلاثي فإن زاوية السقوط الثانية تساوى ....

(أ) زاوية رأس المنشور (ب) زاوية الخروج (ج) زاوية الانكسار الأولى (د) زاوية الانحراف

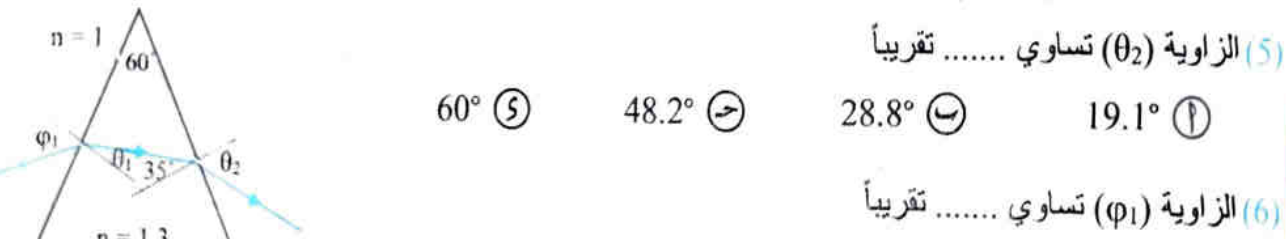
(3) سقط شعاع ضوئي عمودياً على أحد أوجه منشور ثلاثي معامل انكسار مادته 1.65 ، فخرج مماساً للوجه الآخر فتكون زاوية رأس المنشور .... تقريباً

(أ) 36° (ب) 38.7° (ج) 50.4° (د) 58°

(4) تتوقف زاوية الانحراف في المنشور الثلاثي على ....

(أ) زاوية رأس المنشور (ب) زاوية السقوط الأولى (ج) الزاوية الحرجة (د) أ ، ب معا

❖ اجب عن الأسئلة (5 - 8) مستخدما البيانات المدونة عل الرسم المقابل



(5) الزاوية (θ_2) تساوي .... تقريباً

(أ) 19.1° (ب) 28.8° (ج) 48.2° (د) 60°

(6) الزاوية (φ_1) تساوي .... تقريباً

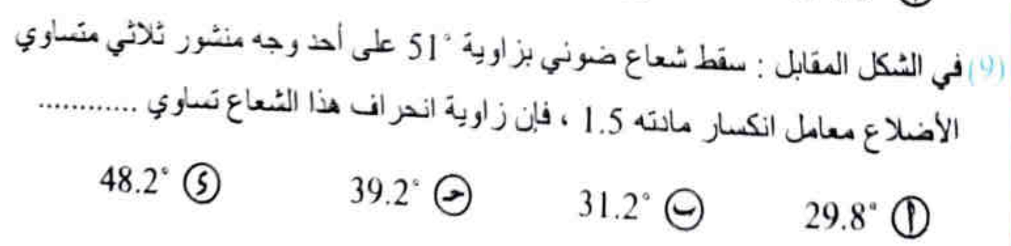
(أ) 33.3° (ب) 28.8° (ج) 48.2° (د) 60°

(7) الشعاع الخارج انحرف عن مساره الأصلي بزاوية مقدارها ....

(أ) 18° (ب) 21.5° (ج) 30° (د) 60°

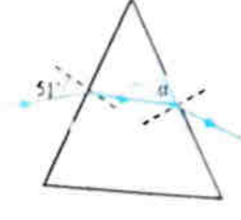
(8) سرعة الضوء داخل المنشور (إذا كانت سرعته في الهواء 3×10^8 m/s) تساوي ....

(أ) 2×10^8 (ب) 2.3×10^8 (ج) 3×10^8 (د) 3.9×10^8



(9) في الشكل المقابل : سقط شعاع ضوئي بزاوية 51° على أحد وجه منشور ثلاثي متساوي الأضلاع معامل انكسار مادته 1.5 ، فإن زاوية انحراف هذا الشعاع تساوي ....

(أ) 29.8° (ب) 31.2° (ج) 39.2° (د) 48.2°



(10) سقط شعاع ضوئي بزاوية صفر على أحد أوجه منشور ثلاثي متساوي الأضلاع وخرج مماسا للوجه الآخر فإن زاوية انحراف الشعاع ....

Ⓐ 30° وتقع داخل المنشور
Ⓑ 30° وتقع خارج المنشور
Ⓒ 41.8° وتقع داخل المنشور
Ⓓ 41.8° وتقع داخل المنشور

(11) في السؤال السابق تكون قيمة الزاوية الحرجة لمادة المنشور

Ⓐ 60° وتقع داخل المنشور
Ⓑ 60° وتقع خارج المنشور
Ⓒ 41.8° وتقع داخل المنشور
Ⓓ 41.8° وتقع داخل المنشور

(12) في الشكل المقابل : سقط شعاع ضوئي بزاوية سقوط 50° على أحد أوجه المنشور فخرج عمودياً على الوجه الآخر تكون زاوية رأس المشور ....

Ⓐ أكبر من 50°
Ⓑ أقل من 50°
Ⓒ تساوي 50°
Ⓓ تساوي 60°

(13) في السؤال السابق تكون زاوية انحراف الشعاع ....

Ⓐ 0°
Ⓑ 60°
Ⓒ 90°
Ⓓ 120°

(14) الشكل المقابل يوضح مسار شعاع ضوئي خلال منشور ثلاثي قائم الزاوية معامل انكسار مادته $\sqrt{3}$ تكون زاوية رأس المنشور .... تقريباً

Ⓐ 30°
Ⓑ 35.3°
Ⓒ 41.8°
Ⓓ 90°

(15) في الشكل المقابل منشور ثلاثي زجاجي متساوي الأضلاع معامل انكسار مادته 1.5 فإن الشعاع ينفذ من المنشور بزاوية خروج.

Ⓐ 0° من الوجه xz
Ⓑ 0° من الوجه xy
Ⓒ 30° من الوجه xz
Ⓓ 30° من الوجه xy

(16) الشكل المقابل يوضح منشورين (x) ، (y) من نوعين مختلفين من الزجاج ، زاوية رأس المنشور (x) أقل من زاوية رأس المنشور (y) فإذا سقط على كل منهما شعاع ضوئي عمودي على الوجه وخرج مماساً للوجه الآخر في كل منهما يكون معامل انكسار مادة المنشور (x) .... معامل انكسار مادة المنشور (y)

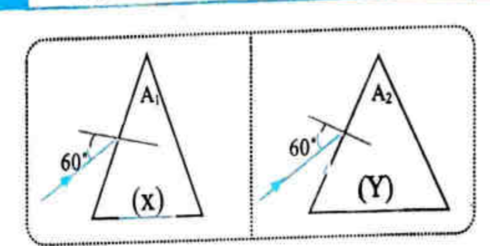
Ⓐ أكبر من
Ⓑ يساوي
Ⓒ أقل من

(17) إذا سقط شعاع ضوئي على الوجه (xy) لمنشور ثلاثي كما بالشكل ، طبقاً لقوانين المنشور من الممكن أن يخرج ماراً بالنقطة ....

Ⓐ A
Ⓑ B
Ⓒ C
Ⓓ D

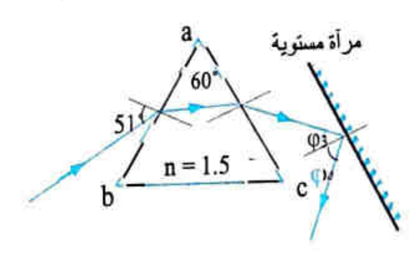


(18) منشورين من نفس المادة زاوية رأس (x) > زاوية رأس (y) ، سقط على وجه كل منهما شعاع ضوئي بزاوية سقوط 60° ، تكون زاوية انحراف الشعاع الضوئي خلال المنشور (x) .... زاوية انحراف الشعاع خلال المنشور (y)



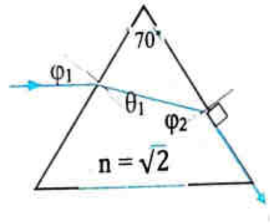
Ⓐ أكبر من　　Ⓑ يساوي　　Ⓒ أقل من

(19) يبين الشكل منشور زاوية رأسه 60° ، سقط عليه شعاع ضوئي من الهواء ثم خرج ليسقط على مرآة مستوية ، فإذا كانت المرآة توازي الضلع ac فإن φ_4 تساوي .... تقريباً .



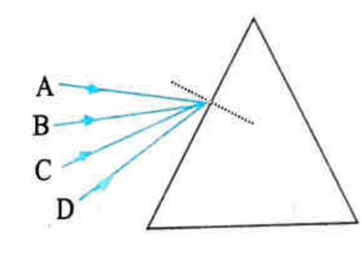
Ⓐ 43.7°　　Ⓑ 46.3°　　Ⓒ 28.8°　　Ⓓ 31.2°

(20) الشكل المقابل : يمثل مسار شعاع ضوئي خلال منشور ثلاثي ، من البيانات الموضحة على الرسم ، أي الخيارات في الجدول التالي يعبر عن قيمة كل من زاوية السقوط (φ_1) ، وزاوية الانحراف (α) . علماً بأن كل صف يمثل خيارا



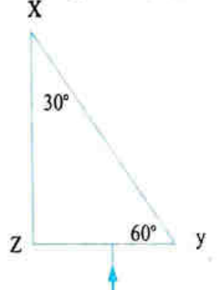
	زاوية السقوط (φ_1)	زاوية الانحراف (α)
Ⓐ	45°	30.6°
Ⓑ	25°	45°
Ⓒ	56.7°	36.7°
Ⓓ	36.7°	56.7°

(21) في الشكل المقابل أربعة أشعه ضوئية تسقط على نفس النقطة على أحد أوجه منشور ثلاثي ولوحظ أن ثلاثة أشعة تنفذ من الوجه الآخر بينما الرابع ينعكس كلياً داخل المنشور ، يكون الشعاع المنعكس كلياً هو ....



Ⓐ A　　Ⓑ B　　Ⓒ C　　Ⓓ D

(22) يسقط شعاع عمودياً على الوجه (yz) للمنشور الثلاثي (xyz) زواياه معطاه على الشكل إذا كانت الزاوية الحرجة للزجاج 42° ، فأي العبارات التالية يكون صحيح .



Ⓐ زاوية سقوط الشعاع على الوجه (xy) تساوى 60°

Ⓑ يعاني الشعاع انعكاس كلياً عند الوجه (xy)

Ⓒ يخرج الشعاع من الوجه (xz)

Ⓓ جميع ما سبق.

ثانياً : وضع النهاية الصغرى للانحراف

(23) منشور ثلاثي متساوي الأضلاع فى وضع النهاية الصغرى للانحراف تكون زاوية السقوط الثانية (ϕ_2) تساوى .....

Ⓐ 75° Ⓑ 60° Ⓒ 45° Ⓓ 30°

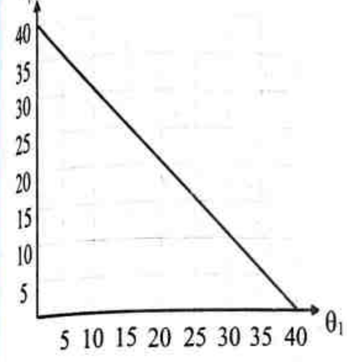
(24) عندما يكون المنشور الثلاثي في وضع النهاية الصغرى للانحراف فان زاوية السقوط الأولى تساوى ....

Ⓐ زاوية رأس المنشور Ⓑ زاوية الخروج Ⓒ زاوية الانكسار الأولى Ⓓ زاوية الانحراف

(25) معامل الانكسار (n) لمادة منشور ثلاثي في وضع النهاية الصغرى للانحراف ....

Ⓐ $n = \frac{\sin(\alpha_0+A)}{\sin(A)}$ Ⓑ $n = \frac{\sin\left(\frac{\alpha_0-A}{2}\right)}{\sin\left(\frac{A}{2}\right)}$ Ⓒ $n = \frac{\sin\left(\frac{\alpha_0+A}{2}\right)}{\sin\left(\frac{A}{2}\right)}$ Ⓓ $n = \frac{\sin\left(\frac{A}{2}\right)}{\sin\left(\frac{\alpha_0+A}{2}\right)}$

(26) الرسم البياني المقابل : يمثل العلاقة بين زاوية الانكسار الأولى (θ_1) وزاوية السقوط الثانية (φ_2) لشعاع ضوئي يمر خلال منشور ثلاثي معامل انكسار مادته 1.5 تكون قيمة زاوية الانحراف الصغرى ....



Ⓐ 20.2° Ⓑ 21.7° Ⓒ 24.3° Ⓓ 40°

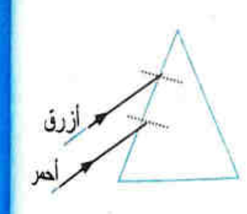
(27) منشور ثلاثي متساوي الأضلاع معامل انكسار مادته $\sqrt{2}$ تكون أقل زاوية انحراف لشعاع ضوئي عندما يسقط عليه

Ⓐ 30° Ⓑ 41.8° Ⓒ 45° Ⓓ 47.8°

(28) من العوامل التي تتوقف عليها زاوية النهاية الصغرى للانحراف ...

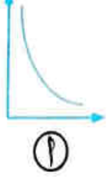
Ⓐ زاوية رأس المنشور Ⓑ معامل انكسار مادة المنشور للضوء
Ⓒ الطول الموجي للضوء المستخدم Ⓓ جميع ما سبق

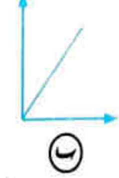
(29) الشكل المقابل : يوضح سقوط شعاعين متوازيين أحدهما أحمر والآخر أزرق على أحد أوجه منشور ثلاثي في وضع النهاية الصغرى تكون زاوية انحراف الضوء الأحمر .... زاوية انحراف الضوء الأزرق

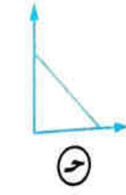


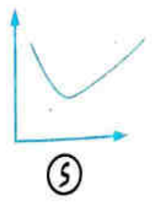
Ⓐ أكبر من Ⓑ يساوى Ⓒ أصغر من

(30) أي من الرسوم البيانية الآتية يوضح العلاقة بين زوايا سقوط الأشعة الضوئية على أحد أوجه منشور ثلاثي وزوايا الانحراف.

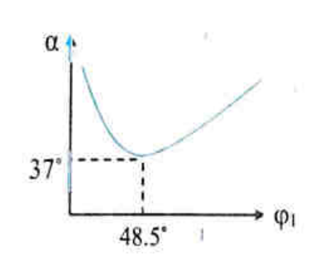

Ⓐ


Ⓑ


Ⓒ

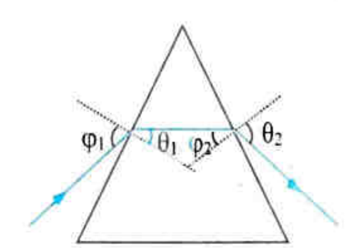

Ⓓ

(31) الرسم البياني المقابل يوضح العلاقة بين زوايا السقوط لشعاع ضوئي (φ_1) على أحد أوجه منشور ثلاثي وزوايا الانحراف (α) لهذا الشعاع ، من القيم الموضحة على الرسم أختر من الجدول الاتي أحد الصفوف التي تعبر عن قيمة كل من زاوية خروج الشعاع ، ومعامل انكسار مادته



	زاوية الخروج (θ_2)	معامل الانكسار (n)
ⓐ	45°	1.53
ⓑ	60°	1.49
ⓒ	48.5°	1.49
ⓓ	48.5°	1.6

(32) الشكل المقابل : يوضح أقل انحراف لشعاع ضوئي يسقط على أحد أوجه منشور ثلاثي



تكون النسبة بين $\left(\frac{\sin\varphi_1}{\sin\theta_1}\right)$ إلى $\left(\frac{\sin\varphi_2}{\sin\theta_2}\right)$ .... الواحد الصحيح

ⓐ أكبر من ⓑ يساوي ⓒ أقل من

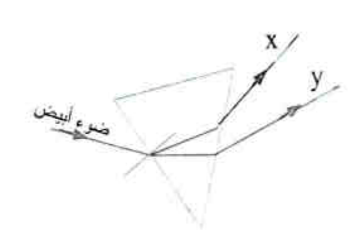
(33) المنشور الثلاثي إذا سقط عليه ضوء أبيض فإنه ....

ⓐ يحرف ويشتت ⓑ يحرف ويعكس ⓒ يعكس ويشتت

(34) النسبة بين معامل انكسار مادة المنشور للضوء الأحمر إلي معامل انكسارها للضوء الأخضر .... الواحد الصحيح.

ⓐ أكبر من ⓑ يساوى ⓒ أصغر من

(35) عند سقوط شعاع ضوء أبيض على أحد أوجه منشور ثلاثي مهيأ في وضع النهاية الصغرى للانحراف خرج الضوء من الوجه المقابل متفرقاً إلى ألوانه المختلفة ، وفي الشكل المقابل تم رسم مسار شعاعين من الاشعة المتفرقة (x) ، (y) أي صفوف الجدول التالي يعبر عن العلاقة بين زاويتى انحراف الشعاعين ، والطول الموجي لكل منهما



	زاوية الانحراف (α)	الطول الموجي (λ)
ⓐ	$\alpha_x > \alpha_y$	$\lambda_x > \lambda_y$
ⓑ	$\alpha_x = \alpha_y$	$\lambda_x = \lambda_y$
ⓒ	$\alpha_x < \alpha_y$	$\lambda_x > \lambda_y$
ⓓ	$\alpha_x > \alpha_y$	$\lambda_x < \lambda_y$

الأسئلة (36 – 38) من الشكل المقابل :

φ2 a A c b 0 A θ1

(36) عند النقطة (a) تكون زاوية الانحراف ....

(أ) داخل المنشور
(ب) خارج المنشور جهة السقوط
(ج) خارج المنشور جهة الخروج
(د) صفر

(37) عند النقطة (b) تكون زاوية الانحراف ....

(أ) داخل المنشور
(ب) خارج المنشور جهة السقوط
(ج) خارج المنشور جهة الخروج
(د) صفر

(38) عند النقطة (c) تكون زاوية الانحراف ....

(أ) داخل المنشور
(ب) خارج المنشور جهة السقوط
(ج) خارج المنشور جهة الخروج
(د) صفر

ثالثاً : المنشور الرقيق

(39) تتوقف زاوية الانحراف في المنشور الرقيق على كلا ما يلي ما عدا ....

(أ) زاوية رأس المنشور (A).
(ب) معامل انكسار مادة المنشور (n).
(ج) زاوية السقوط

(40) منشور رقيق يحرف الأشعة الضوئية الساقطة عليه بمقدار $4°$ فإذا كانت زاوية رأسه $8°$ فإن معامل انكسار مادته هو

(أ) 1.5
(ب) 1.4
(ج) 1.33
(د) 1.6

(41) منشور رقيق زاوية رأسه $10°$ عندما تزداد زاوية سقوط الشعاع فإن زاوية الانحراف ....

(أ) تقل
(ب) تظل ثابتة
(ج) تزداد
(د) تقل ثم تزداد

(42) في المنشور الرقيق إذا كانت زاوية انحراف اللون الأحمر $38.7°$ ، وزاوية انحراف اللون الأزرق $39.3°$ ، فإن قوة التفريق اللوني........................

(أ) 39
(ب) 0.0154
(ج) 0.15
(د) 0.6

(43) الانفراج الزاوي بين الشعاعين الأزرق والأحمر يساوى ....

(أ) $A(n_b + n_r)$
(ب) $A(n_b - n_r)$
(ج) $A(n_r - n_b)$
(د) $A(n_b . n_r)$

(44) عند زيادة زاوية رأس المنشور الثلاثي فإن قوة تفريقه اللونى ....

(أ) تزداد
(ب) تقل
(ج) تظل ثابتة

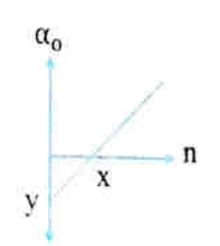
(45) منشوران رقيقان من نفس المادة زاوية رأس الأول A_1 أقل من زاوية رأس الثاني A_2 ، فإذا سقط على أحد أوجه كل منهما شعاع ضوئي بنفس زاوية السقوط فإن : العلاقة بين زاويتى الانحراف في المنشورين ، وتأثير زياد زاوية السقوط على زاوية الانحراف يكون ...... (علماً بأن كل صف يمثل خيار)

(1) (2)

	العلاقة بين زاويتي الانحراف في المنشورين	تأثير زيادة زاوية السقوط على زاوية الانحراف
أ	$\alpha_1 > \alpha_2$	تزداد
ب	$\alpha_1 < \alpha_2$	لا تتغير
ج	$\alpha_1 > \alpha_2$	لا تتغير
د	$\alpha_1 < \alpha_2$	تقل

(46) سقط شعاع ضوئي أبيض على المنشور الرقيق الموضح بالشكل فإن الشعاع ....

أ) يخرج كما هو   ب) يتفرق لألوان الطيف السبعة .   ج) يظهر اللون الأزرق فقط



(47) في الشكل المقابل : قيمة (x) ....

أ) $(n_b + n_r)$ ب) $(n_b - n_r)$ ج) A د) 1

(48) من الشكل السابق : قيمة (y) ....

أ) $A - 1$ ب) $A + 1$ ج) $-A$ د) $n + 1$

2 ماذا نقصد بقولنا أن:

المنشور الثلاثي

(1) زاوية رأس المنشور 30° ؟

(2) زاوية النهاية الصغرى لانحراف الضوء في منشور ثلاثي = 35°

المنشور الرقيق

(3) الانفراج الزاوي في منشور رقيق = 0.2°

(4) الانفراج الزاوي بين اللونين الأزرق والأحمر = 3°

(5) قوة التفريق اللوني لمنشور رقيق = 0.8

3 عرف كل مما يأتي:

(1) المنشور الثلاثى (2) زاوية الانحراف (α) (3) زاوية رأس المنشور (A)

(4) المنشور الرقيق (5) الانفراج الزاوى بين اللونين (الأزرق والأحمر) (6) الانحراف المتوسط (α_y)

(7) قوة التفريق اللونى (ω_α) (8) معامل الانكسار المتوسط لمنشور (n_y)

4 علل ما يأتي:

المنشور الثلاثي

(1) زاوية انحراف الضوء البنفسجي أكبر من زاوية انحراف الضوء الأحمر .

(2) في المنشور الثلاثي تكون دائما زاوية السقوط (ϕ_1) أكبر من زاوية الانكسار (θ_1).

(3) عندما يكون المنشور في وضع النهاية الصغرى للانحراف تكون زاوية الانكسار الأولى (θ_1) = زاوية السقوط الثانية (ϕ_2)

(4) يتحلل الضوء الأبيض إلى ألوان الطيف بعد مروره في منشور ثلاثي في وضع النهاية الصغرى.

(5) لا يعمل متوازي المستطيلات على تحليل الضوء.

(6) عند تفريق الضوء الأبيض بواسطة المنشور الثلاثي إلى ألوان الطيف يكون الضوء الأحمر أقلها انحرافا بينما الضوء البنفسجي أكبرها انحرافا.

المنشور الرقيق

(7) المنشور الرقيق يحلل الضوء في جميع أوضاعه

(8) قوة التفريق اللوني لا تتوقف على زاوية رأس المنشور

5 ماذا يحدث لكل مما يأتي تحت الظروف الموضحة ......؟

(1) عند تساوي زاوية السقوط لشعاع ضوئي على وجه منشور مع زاوية الخروج.

(2) سقوط حزمة ضوء أبيض على منشور ثلاثي في وضع النهاية الصغرى للانحراف.

(3) سقوط شعاع ضوئي عمودي على أحد اضلاع منشور ثلاثي متساوي الأضلاع معامل انكسار مادته 1.5

6 أذكر المفهوم العلمي الدال على كل عبارة مما يلي:

المنشور الثلاثي

(1) عبارة عن كتلة شفافة من الزجاج على شكل مجسم له خمس أوجه (قاعدتان على شكل مثلث، وثلاث جوانب مستطيلات).

(2) هي الزاوية الحادة المحصورة بين امتدادي الشعاعين الساقط والخارج في المنشور الثلاثي.

(3) الزاوية المحصورة بين وجهي المنشور أحدهما يدخل فيه الشعاع الضوئى والآخر يخرج منه الشعاع الضوئى.

المنشور الرقيق

(4) هو منشور ثلاثي من الزجاج زاوية رأسه صغيرة لا تتجاوز عشر درجات، ويكون دائماً في وضع النهاية الصغرى للانحراف

(5) الزاوية المحصورة بين امتدادى الشعاعين الأزرق والأحمر عند خروجهما من المنشور.

(6) زاوية انحراف الضوء الأصفر الخارج من المنشور الرقيق.

(7) متوسط معاملى انكسار اللونين الأزرق والأحمر.

(8) النسبة بين الانفراج الزاوي بين الشعاعين الأزرق والأحمر وزاوية انحراف الضوء الأصفر.

7 أكمل الفراغات التالية بما يناسبها:

المنشور الثلاثي

(1) متوسط انحراف الشعاعين الأزرق والأحمر يعرف بـ .... ويمثل زاوية انحراف اللون ....

(2) الزاوية المحصورة بين الشعاعين الأزرق والأحمر في منشور ثلاثي تعرف بـ .... للمنشور.

(3) تتوقف زاوية الانحراف الصغرى في المنشور الثلاثي على ....

(4) عند تحلل الضوء بواسطة المنشور الثلاثي يكون اللون .... أكبر انحرافاً بينما اللون .... أقل انحرافاً

(5) عند سقوط شعاع ضوئي عمودياً على أحد أوجه منشور ثلاثي، فإن زاوية رأس المنشور في هذه الحالة تساوي ....

(6) الزاوية المحصورة بين امتدادي الشعاعين الساقط والخارج في منشور ثلاثي هي زاوية ....

المنشور الرقيق

(7) لا تتوقف قوة التفريق اللوني لمنشور ثلاثي على .... المنشور.

(8) النسبة بين الانفراج الزاوي لمنشور إلى زاوية انحراف اللون المتوسط تعرف بـ .... للمنشور.

(9) في المنشور الرقيق تزداد زاوية انحراف الشعاع الضوئي .... عند ثبوت نوع مادته.

(10) تتوقف زاوية انحراف الضوء في المنشور الرقيق على .... ، ....

8 قـــارن بين كلاً ممـــا يـــأتي

(1) الزاوية الحرجة وزاوية الانحراف في المنشور من حيث العوامل

(2) المنشور الثلاثي والمنشور الرقيق

(3) الانفراج الزاوي والانحراف المتوسط وقوة التفريق اللوني من حيث العلاقة الرياضية

9 متى؟

(1) تكون زاوية رأس المنشور تساوى الزاوية الحرجة؟

(2) يكون المنشور الثلاثي فى وضع النهاية الصغرى للانحراف؟

10 اذكر شرط حدوث كل مما يأتي

(1) النهاية الصغرى للانحراف فى منشور ثلاثي.

(2) زاوية سقوط شعاع ضوئي فى منشور ثلاثي تساوى زاوية الخروج.

11 مـــا وظيـــــفة كـــلا ممـــا يأتـــى

(1) المنشور الثلاثي.

(2) المنشور الرقيق.

12 اذكر العامل أو العوامل التي يتوقف عليها كلا من

(1) انعكاس شعاع ضوئي كلياً داخل منشور عندما يسقط من الهواء عمودياً على أحد ضلعي القائمة لمنشور ثلاثي متساوي الساقين.

(2) زاوية الانحراف في المنشور الرقيق.

(3) الانفراج الزاوي

(4) قوة التفريق اللوني

13 ضع علامة (✓) أو (×)

(1) منشور ثلاثي زاوية رأسه (60°) سقط على أحد جوانبه شعاع ضوئي بزاوية (50°) فإذا كانت زاوية الانحراف (25°) فإن زاوية الخروج في الهواء (35°) (   )

(2) أكثر الإشعاعات انحرافا بالمنشور عند سقوط الضوء الأبيض على أحد وجهيه هي الأشعة الزرقاء. (   )

(3) تحدث ظاهرة الانعكاس الكلي عندما تكون زاوية سقوط الضوء في الوسط الأقل كثافة ضوئية أكبر من الزاوية الحرجة. (   )

(4) معامل الانكسار المطلق لوسط = مقلوب جيب الزاوية الحرجة له. (   )

(5) منشوران متعاكسان قاعدة أحدهما جهة رأس المنشور الآخر فعندما يسقط شعاع أبيض على أحد أوجه أحدهما فإنه يخرج دون أن يتحلل من المنشور الآخر وموازياً لاتجاه الشعاع الساقط على المنشور الأول. (   )

(6) تتوقف زاوية الانحراف في المنشور الرقيق على زاوية سقوط الأشعة. (   )

(7) تتوقف زاوية الانحراف (α) في المنشور الرقيق على كل من زاوية رأسه ومعامل انكسار مادته. (   )

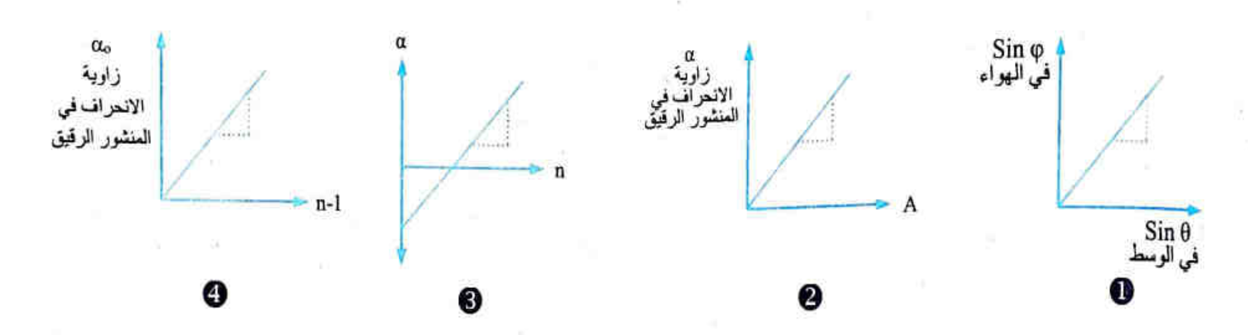
(8) في الشكل البياني المقابل علاقة بين زاوية السقوط φ_1 وزاوية الانحراف α عند نقطة A تكون زاوية السقوط φ_1 تساوي زاوية الخروج θ_2 . (   )

(9) في الشكل البياني السابق تقل زاوية الانحراف α كلما قلت زاوية السقوط دائماً. (   )

14 أسئلة متنوعة

(1) الرسومات البيانية التالية تمثل بعض العلاقات الفيزيائية:

اذكر العلاقة الرياضية المستخدمة ثم اكتب ما يساويه الميل في كل منهم:



(2) في الأشكال التالية أكمل مسار الشعاع الضوئي مع حساب قيمة زاوية الخروج في كل حالة (معامل الانكسار موضح على الرسم في كل حالة).

30°
30°
$n_{زجاج} = \sqrt{2}$

75°
45
$n_{زجاج} = \sqrt{2}$

60°
n =1.5
60°

15 مسائل متنوعة

المنشور الثلاثي

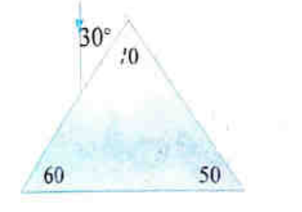
(1) سقط شعاع ضوئي عموديا على أحد جوانب منشور ثلاثي زاوية رأسه 60^o فخرج مماسا للوجه الأخر احسب معامل انكسار مادة المنشور. [1.15]

(2) منشور ثلاثي معامل انكسار مادته = $\sqrt{2}$ سقط شعاع ضوئي بزاوية 45^o على أحد أوجهه فخرج عموديا على الوجه المقابل فما زاوية رأس المنشور. [30^o]

(3) سقط شعاع ضوئي في الهواء على أحد أوجه منشور ثلاثي زجاجي زاوية رأسه 72^o فانكسر الشعاع بزاوية 30^o وخرج مماسا للوجه الأخر. أوجد:

1. الزاوية الحرجة بين الزجاج والهواء [42^o]
2. معامل انكسار مادة المنشور [1.49]
3. جيب زاوية السقوط الأولى [0.745]

(4) سقط شعاع ضوئي بزاوية 60^o على أحد أوجه منشور ثلاثي متساوي الأضلاع معامل انكسار مادته = $\sqrt{3}$ أوجد زاوية خروج الشعاع وزاوية انحرافه. [60^o - 60^o]



(5) تتبع مسار شعاع الضوء الساقط كما بالرسم الموضح على أحد جانبي المنشور موضحا كيفية خروجه وزاوية الخروج علما بأن معامل انكسار مادته 1.5

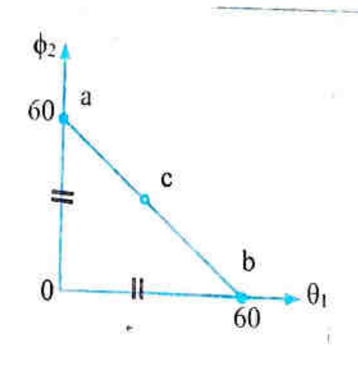
[زاوية الانكسار الأولى 35.26^o ، وزاوية الخروج 38.87^o]

(6) سقط شعاع ضوئي أبيض بزاوية سقوط قدرها 45^o على أحد أوجه منشور ثلاثي متساوي الأضلاع مصنوع من الزجاج معامل انكساره 1.67 للضوء الأزرق وله معامل انكسار يساوي 1.64 للضوء الأحمر أوجد زوايا خروج اللون الأزرق واللون الأحمر من الوجه المقابل للمنشور [68.1^o للأحمر ، 73.07^o للأزرق]

(7) سقط شعاع ضوئي عموديا على أحد وجهي منشور ثلاثي متساوي الأضلاع معامل انكسار مادته 1.5 احسب زاوية خروج الشعاع مع التوضيح بالرسم لمسار الشعاع [0^o]

(8) إذا كانت النهاية الصغرى لانحراف شعاع ضوئي في منشور ثلاثي مقطعه مثلث متساوي الأضلاع هي 40^o فما يكون معامل انكسار الضوء في مادة ذلك المنشور [1.532]

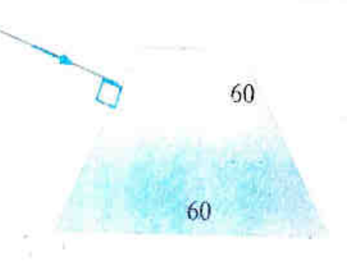
(9) سقط شعاع من الضوء الأصفر عموديا على أحد جانبي منشور ثلاثي زاوية رأسه 30° وخرج منحرفا عن مساره الأول بزاوية قدرها 30° احسب معامل انكسار هذا الضوء في مادة المنشور ثم أذكر ما يطرأ على زاوية الانحراف **من تغير** إذا أدير المنشور ببطء بحيث يقترب الشعاع الساقط من القاعدة تدريجيا [$\sqrt{3}$]



(10) الشكل الموضح يبين العلاقة بين زوايا الانكسار وزوايا السقوط الداخلية لمنشور متساوي الأضلاع معامل انكسار مادته 1.5

1. ارسم مسار الشعاع الذي يسقط على المنشور في الحالات الثلاث (a , b, c) كل على حدة.
2. أوجد قيمة زاوية النهاية الصغرى للانحراف [37.18]

(11) منشور ثلاثي متساوي الأضلاع معامل الانكسار لمادته 1.732 أوجد أصغر زاوية انحراف لشعاع ضوئي يمر خلال هذا المنشور وكم تصبح هذه الزاوية إذا غمر المنشور في سائل معامل انكساره 1.2 [60° , 32.38°]



(12) سقط شعاع كما بالشكل على متوازي مستطيلات زجاجي ملتصق على وجه منشور زجاجي وخرج مماسا للوجه المقابل المطلوب

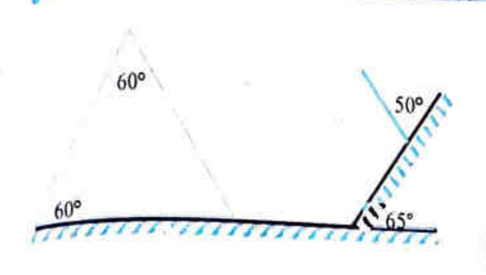
1. ارسم وتتبع مسار الشعاع الضوئي
2. احسب معامل انكسار الزجاج
3. احسب زاوية الانحراف للشعاع عن مساره الأصلي

[1.15 , 30°]

(13) سقط شعاع من الضوء ذي لون واحد على أحد وجهي منشور ثلاثي بزاوية سقوط 60° فإذا علمت أن الشعاع المنكسر ينعكس على الوجه المفضض المقابل بحيث ينطبق على مساره تماما فأوجد معامل انكسار مادة المنشور إذا علمت أن زاوية رأسه 30° [1.732]

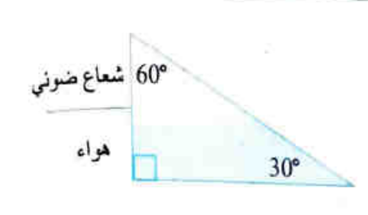
(14) منشور ثلاثي أجوف زاوية رأسه 60° ملأ بسائل معين ثم أجريت تجربة لتعيين مسار شعاع ضوئي خلاله فلوحظ أن زاوية السقوط = زاوية الخروج = 45° فأوجد زاوية انحراف هذا الشعاع الضوئي وما قيمة معامل انكسار السائل [30° ، $\sqrt{2}$]

(15) يسقط شعاع من الضوء على وجه منشور ثلاثي بزاوية قدرها 60° فإذا كان معامل انكسار الضوء في مادة المنشور 1.6 فما هو أكبر قيمة لزاوية رأس المنشور تسمح للشعاع بالنفاذ [71.451°]



(16) تتبع مسار الشعاع في هذا الشكل علما بأن معامل انكسار زجاج المنشور $n = \sqrt{2}$ وأوجد زاوية الانحراف في المنشور.

[30°]

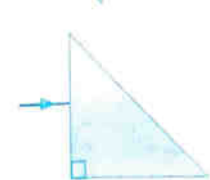


(17) تتبع مسار الشعاع الضوئي الساقط على وجه المنشور الزجاجي (كما هو موضح بالشكل) حتى يخرج (علما بأن الزاوية الحرجة لزجاج المنشور تساوي 42°) ثم احسب قيمة زاوية الخروج لهذا الشعاع.

[48.15°]



(18) وضح بالرسم ماذا يحدث مع ذكر السبب عند سقوط الشعاع الضوئي الموضح بالشكل إذا علمت أن الزاوية الحرجة لزجاج المنشور 42°

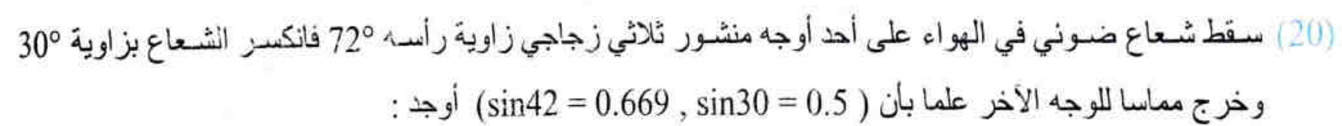


(19) في الشكل المقابل: شعاع ضوئي يسقط عموديا على أحد ضلعي الزاوية القائمة لمنشور ثلاثي قائم الزاوية

1. تتبع بالرسم مسار الشعاع الضوئي؟
2. ما مقدار زاوية خروج الشعاع الضوئي؟

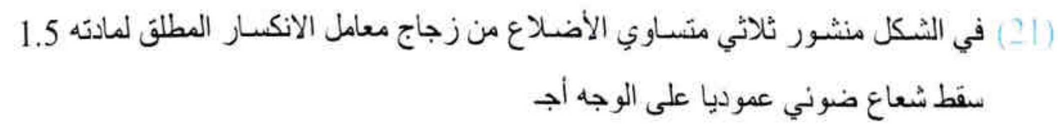
(علما بأن الزاوية الحرجة بين الزجاج والهواء تساوي 42° ، ضلعي الزاوية القائمة متساويان)

[ينعكس الشعاع انعكاسا كليا، صفر]



(20) سقط شعاع ضوئي في الهواء على أحد أوجه منشور ثلاثي زجاجي زاوية رأسه 72° فانكسر الشعاع بزاوية 30° وخرج مماسا للوجه الآخر علما بأن (sin42 = 0.669 , sin30 = 0.5) أوجد :

1. الزاوية الحرجة بين الزجاج والهواء [42°]
2. معامل انكسار مادة المنشور [n = 1.49]
3. جيب زاوية السقوط الأولى [0.747]



(21) في الشكل منشور ثلاثي متساوي الأضلاع من زجاج معامل الانكسار المطلق لمادته 1.5

سقط شعاع ضوئي عموديا على الوجه أجـ



1. أكمل مسار الشعاع حتى يخرج مع التعليل
2. أوجد قيمة زاوية خروج الشعاع
3. أوجد قيمة الزاوية الحادة بين اتجاهي الشعاعين الساقط و الخارج

[0° - 60°]

(22) سقط شعاع ضوئي بزاوية $60°$ على أحد أوجه منشور ثلاثي متساوي الأضلاع معامل انكسار مادته $\sqrt{3}$ أوجد زاوية خروج الشعاع وزاوية انحرافه
[$60°$ ، $60°$]

(23) سقط شعاع ضوئي عموديا على أحد وجهي منشور ثلاثي من الزجاج فخرج مماسا للوجه المقابل فإذا كانت زاوية رأس المنشور $45°$ أوجد:

1 معامل الانكسار لزجاج المنشور
[$\sqrt{2}$]

2 سرعة الضوء في زجاج المنشور علما بأن سرعة الضوء في الفراغ 3×10^8 م/ث
[$212.13 \times 10^6 m/s$]

(24) سقط شعاع ضوئي على أحد أوجه منشور ثلاثي بزاوية $30°$ فخرج عموديا على الوجه الآخر، فإذا كان معامل انكسار مادة المنشور $\sqrt{3}$ أوجد زاوية رأس المنشور
[$16.77°$]

(25) الرسم البياني المقابل يوضح العلاقة بين زوايا السقوط لشعاع ضوئي (φ_1) على أحد وجهي منشور ثلاثي وزوايا الانحراف (α) لهذا الشعاع، من القيم الموضحة بالرسم احسب:

α ، $37°$ ، $48.5°$ ، ϕ_1

1 زاوية الخروج للشعاع.

2 زاوية رأس المنشور.

3 معامل انكسار مادة المنشور.
[48.5 , 60 , 1.5]

(26) في تجربة لمنشور ثلاثي متساوي الأضلاع وجد أن زاوية السقوط = زاوية الخروج = $40°$ ، احسب زاوية الانحراف
[20]

(27) سقط شعاع ضوئي موازيا للضلع bc كما هو مبين بالرسم على منشور ثلاثي معامل انكسار مادته 1.5 ، تتبع بالرسم مسار الشعاع الضوئي داخل المنشور حتى يخرج منه، وما هي قيمة زاوية الخروج في هذه الحالة

a ، 45 ، c ، 45 ، b

[25.82]

(28) احسب أقل قيمة لمعامل انكسار منشور ثلاثي متساوي الساقين وقائم الزاوية بحيث يجعل شعاعاً ضوئياً ينحرف بزاوية $90°$
[$\sqrt{2}$]

(29) سقط شعاع ضوئي على منشور ثلاثي زجاجي بزاوية سقوط $60°$ فخرج بزاوية $30°$ فإذا علمت أن معامل انكسار مادة المنشور 1.6 ، احسب زاوية رأس المنشور
[$50.96°$]

المنشور الرقيق

(30) منشور رقيق من الزجاج زاوية رأسه 4 درجات ومعامل انكسار مادته 1.5 أوجد زاوية انحراف الضوء خلاله [2°]

(31) منشور رقيق زاوية رأسه 5° ومعامل انكساره للضوء الأحمر 1.64 وللضوء الأزرق 1.66 احسب الانفراج الزاوي. [0.1°]

(32) سقط شعاع ضوئي على منشور رقيق زاوية رأسه 8° مغمور في سائل معامل انكساره 1.2 ، فانحرف الشعاع بزاوية 2° احسب معامل انكسار مادة المنشور [1.5]

(33) منشور رقيق زاوية رأسه 10° ومعامل انكسار مادته 1.72 للون الأزرق، 1.54 للون الأحمر، احسب:

1. زاويتي انحراف اللونين الأزرق والأحمر.
2. الانفراج الزاوي
3. معامل انكسار اللون الأصفر.
4. قوة التفريق اللوني للمنشور.
5. زاوية انحراف اللون الأصفر.

[7.2° - 5.4° - 1.8° - 1.63 - 0.28 -- 6.3°]

(34) غمر منشور رقيق في الماء فوجد أنه يحرف الأشعة الساقطة علية من الماء بزاوية قدرها 0.9° علماً بأن معامل انكسار مادة المنشور 1.5 ومعامل انكسار الماء 1.33 فاحسب زاوية رأس المنشور [7.04°]

(35) منشور زاوية رأسه 8° معامل انكسار مادته للضوء الأحمر 1.44 وللضوء الأزرق 1.56 أوجد :

1. معامل انكسار الضوء الأصفر [1.5]
2. الانفراج الزاوي بين اللونين [0.96]

(36) منشوران رقيقان من مادة واحدة زاوية رأس أحدهما 10° والآخر 8° ومعامل الانكسار لكل منهما 1.5 وضعا متجاورين أوجد الانحراف النهائي لشعاع يمر في المنشورين:

1. إذا كان رأساهما في جهة واحدة [9°]
2. إذا كان رأساهما متعاكسين [1°]

(37) منشوران رقيقان زاوية رأس الأول 6 درجة وزاوية رأس الثاني 4 درجة إذا جعلا متجاوران ورأسيهما في جهة واحدة انحرف الشعاع الساقط عليهما بزاوية قدرها 3 درجة وإذا جعلا معكوسين الوضع انحرف الشعاع الساقط عليهما بزاوية قدرها 1 درجة اوجد معامل الانكسار لكل من المنشورين. [1.33 - 1.25]

(38) منشور رقيق زاوية رأسه 10° ومعامل انكسار الضوء الأحمر 1.514 ، ومعامل انكسار الضوء الأزرق 1.518 احسب قوة التفريق اللوني للمنشور ، والانفراج الزاوي له [0.00775 - 0.04°]

(39) منشور رقيق زاوية رأسه 8° ومعامل انكسار مادته 1.70 للون الأزرق، 1.50 للون الأحمر، احسب:

1. زاوية انحراف اللونين الأزرق والأحمر
2. معامل الانكسار للون الأصفر
3. قوة التفريق للمنشور.

[5.6° - 4° - 1.6 - 0.333]

---

(40) إذا كان الانفراج الزاوي بين الشعاعين الأزرق والأحمر في منشور زجاجي زاوية رأسه 3° هو 0.06 ، احسب مقدار الفرق بين معامل انكسار مادة المنشور للضوء الأزرق ومعامل انكساره للضوء الأحمر.

[0.02]

---

(41) بفرض أن معامل انكسار الضوء في منشور رقيق لكل من اللونين الأحمر والأزرق هما 1.48 ، 1.56 على الترتيب ، بينما معامل الانكسار لنفس الضوئيين للمنشور الثاني 1.62 ، 1.69 على الترتيب احسب قوة التفريق اللوني لكل من المنشورين.

[0.1538 ، 0.1068]

---

(42) الجدول التالي يعطي العلاقة بين زاوية السقوط (ϕ_1) للأشعة الضوئية على منشور ثلاثي، وزاوية الانكسار (θ_1)

ϕ_1	20	25	30	x	35	37	40
θ_1	13	16	19	21	22	y	25

ارسم علاقة بين زاوية السقوط (ϕ_1) على المحور الرأسي، وزاوية الانكسار (θ_1) على المحور الأفقي، ومن الرسم أوجد :

1. قيمة x ، y — [33.25° - 23°]
2. معامل انكسار مادة الوسط — [1.52]
3. جيب الزاوية الحرج لهذا الوسط — [0.6578]

---

(43) الجدول التالي يعطي العلاقة بين زاوية السقوط والانحراف في المنشور الثلاثي:

زاوية السقوط (ϕ_1)	20	30	40	50	60	70	80
زاوية الانحراف (α)	70	50	35	30	35	50	70

ارسم علاقة بيانية بين (ϕ_1) على المحور الأفقي، (α) على المحور الرأسي ومن الرسم أوجد:

1. زاوية النهاية الصغرى للانحراف.
2. زاوية الخروج عندما يكون المنشور في وضع النهاية الصغرى للانحراف.
3. زاوية رأس المنشور.
4. زاوية السقوط الثانية (ϕ_2) ، وزاوية الانكسار الأول (θ_1).

[30° - 50° - 70° - 35° - 35°]

(44) في تجربة عملية لدراسة العلاقة بين كل من زاوية الرأس لأكثر من منشور رقيق من الزجاج الصخري وزاوية الانحراف المقابلة (α) لشعاع ضوئي أحادي اللون أمكن الحصول على النتائج التالية :

A	2	3	4	5	6	7
α	1	1.5	X	2.5	3	3.5

ارسم علاقة بيانية بين زاوية رأس كل منشور (A) ممثلة على المحور السيني وزاوية الانحراف (α) ممثلة على المحور الصادي، ومن الرسم أوجد:

1. قيمة (X) [2°]
2. معامل انكسار الزجاج الصخري [1.5]

(45) الجدول التالي يوضح العلاقة بين زاوية السقوط (ϕ_1) ، والفرق بين زاوية الخروج وزاوية الانحراف $(\theta_2 - \alpha)$ لمنشور ثلاثي متساوي الاضلاع ، ارسم علاقة بيانية بين (ϕ_1) على المحور الرأسي ، $(\theta_2 - \alpha)$ على المحور الأفقي.

ϕ_1	5	10	15	20	Y	30	35
$(\theta_2 - \alpha)$	50	x	40	35	30	25	20

ومن الرسم أوجد:

1. قيمة كل من (x) ، (y) [45° - 25°]
2. إذا كان معامل الانكسار لمادة المنشور 1.5 أوجد زاوية النهاية الصغرى للانحراف [37.18°]

(46) الجدول التالي يوضح العلاقة بين زوايا انكسار شعاع ضوئي سقط على أحد وجهي منشور ثلاثي (θ_1) وزوايا السقوط الثانية لهذا الشعاع على الوجه الآخر للمنشور (ϕ_2)

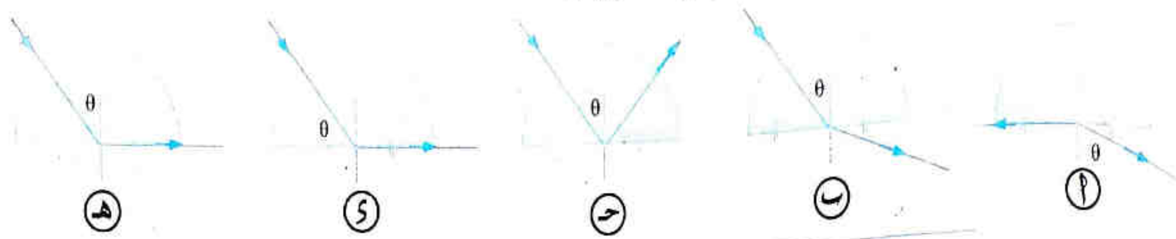
θ_1	0	15	20	a	35	40	55
ϕ_2	b	45	40	30	25	20	5

ارسم العلاقة البيانية بين θ_1 على المحور الأفقي، ϕ_2 على المحور الرأسي ومن الرسم أوجد:

1. قيمة كل من a , b [30° , 60°]
2. معامل انكسار مادة المنشور إذا علم أن زاوية انحراف الشعاع (α_0) عندما يكون المنشور في وضع النهاية الصغرى للانحراف = 37.2° [1.5]

اختر الإجابة الصحيحة (1: 22):

1 طُلب من أحد الطلاب إيجاد الزاوية الحرجة للزجاج برسم الأشعة الضوئية خلال قطعة نصف دائرية من الزجاج ، أي الأشكال الموضحة أدناه تمثل تمثيلاً صحيحاً الزاوية الحرجة.



2 يوضح الشكل منشور ثلاثي من الزجاج حافته مكسورة ، فإذا سقط حزمة ضيقة من الضوء الأبيض على أحد أوجه المنشور يحدث ....

ضوء أبيض

(أ) يتأثر التفريق اللونى بغياب الجزء المكسور.

(ب) لا يتأثر التفريق اللونى بغياب الجزء المكسور.

(جـ) لا يوجد تفريق لونى أصلاً لغياب الجزء المكسور.

(د) يصبح زاوية انحراف الضوء البنفسجي أقل من زاوية انحراف الضوء الأحمر

3 العلاقة بين زاوية السقوط (ϕ_1) وزاوية الخروج (θ_2) في المنشور................

(أ) (ب) (جـ) (د)

4 أي العبارات التالية صحيحة حول سرعة أشعة جاما وموجات الراديو في الفراغ

(أ) أشعة جاما أسرع من موجات الراديو.

(ب) موجات الراديو أسرع من أشعة جاما.

(جـ) يتحركان بنفس السرعة في الفراغ.

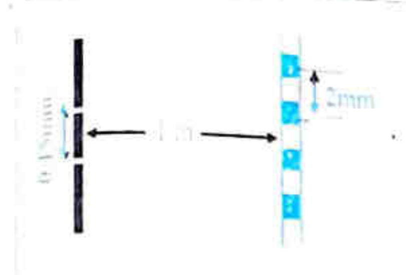
(د) سرعتهما تعتمد على تردداتهما في الفراغ.

5 أحد الخصائص التالية للضوء تتأثر بزيادة معامل الانكسار للوسط حيث ....

(أ) يزداد تردده (ب) يقل تردده (ج) تزداد سرعته (د) تقل سرعته

6 الشكل المقابل يوضح ظاهرة التداخل في شقي ينج ، من البيانات الموضحة

على الرسم يكون الطول الموجي للضوء المستخدم بالأنجستروم يساوي ....



(أ) 3×10^{-7} (ب) 3000

(ج) 3×10^{-2} (د) 6×10^{8}

7 يزداد وضوح حيود الضوء للون الأحمر عن حيود الضوء الأزرق بسبب ....

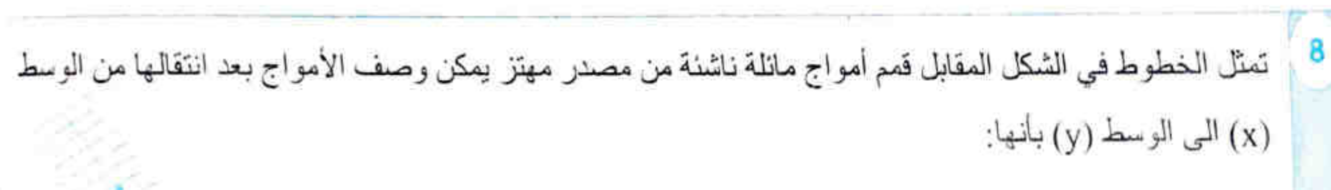
(أ) الطول الموجي للضوء الأحمر أكبر من الطول الموجي للضوء الازرق

(ب) الطول الموجي للضوء الأحمر أقل من الطول الموجي للضوء الازرق

(ج) سعة موجات الضوء الأحمر أكبر من سعة موجات الضوء الأزرق

(د) سعة موجات الضوء الأحمر أقل من سعة موجات الضوء الازرق

8 تمثل الخطوط في الشكل المقابل قمم أمواج مائلة ناشئة من مصدر مهتز يمكن وصف الأمواج بعد انتقالها من الوسط (x) الى الوسط (y) بأنها:

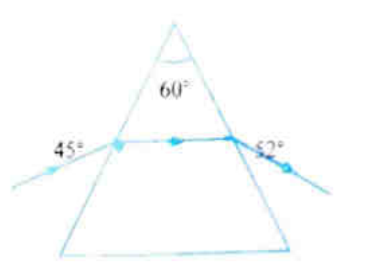




(أ) زادت سرعته حركتها (ب) قلت سرعة حركتها

(ج) زادت ترددها (د) قل طولها الموجى

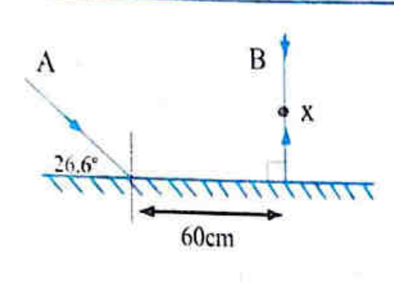
9 في الشكل المقابل زاوية انحراف الشعاع تساوى:



(أ) 5° (ب) 37°

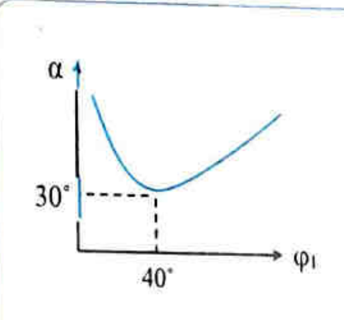
(ج) 45° (د) 67°

10 سقط شعاع ضوئي (A) على مرآة مستوية أفقية فارتد وتقابل مع شعاع ضوئي آخر (B) يسقط عمودي على نفس المرآة عند النقطة (x) فيكون بعد النقطة X عن سطح المرآة مسافة قدرها .... سم



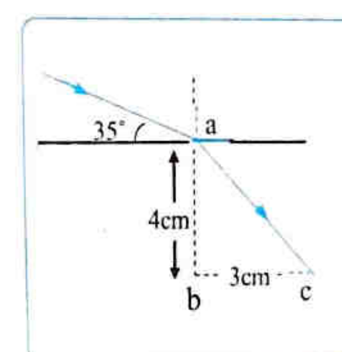
Ⓐ 30　Ⓑ 60　Ⓒ 90　Ⓓ 119.8

11 الرسم البياني المقابل يوضح العلاقة بين زوايا السقوط لشعاع ضوئي (φ_1) على أحد أوجه منشور ثلاثي وزوايا الانحراف (α) لهذا الشعاع ، من القيم الموضحة على الرسم أختر من الجدول الاتي أحد الصفوف التي تعبر عن قيمة كل من زاوية راس المنشور ، ومعامل انكسار مادته



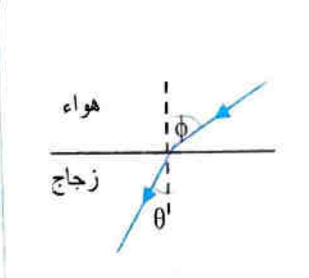
	زاوية الرأس (A)	معامل الانكسار (n)
Ⓐ	45°	1.6
Ⓑ	60°	1.49
Ⓒ	50°	1.52
Ⓓ	40°	1.6

12 وضح الشكل الآتي انحراف اتجاه حركة أمواج مائية نتيجة انتقالها بين وسطين مختلفين في العمق (1) ، (2) فإن معامل الانكسار النسبي من الوسط الأول إلى الوسط الثاني يساوي ....



Ⓐ 1.024　Ⓑ 0.956　Ⓒ 1.36　Ⓓ 0.72

13 سقط شعاع ضوئيعلى سطح زجاجي من الهواء وكان معامل الانكسار له $\sqrt{3}$ والطول الموجي للشعاع الساقط 500 nm فإن الطول الموجي للشعاع المنكسر داخل الزجاج .... متر .



Ⓐ 353.32×10^{-5}　Ⓑ 2.88×10^{-7}

Ⓒ 353.32×10^{-9}　Ⓓ 2.88×10^{-9}

14 الشكل البياني المقابل : يمثل العلاقة البيانية بين زاوية الانكسار الأولى لشعاع ضوئي سقط على أحد أوجه منشور ثلاثي (θ_1) وزاوية السقوط الثانية (φ_2) ، فإذا كانت زاوية النهاية الصغرى للانحراف 30° فأي الخيارات في الجدول التالي يعبر عن كل من معامل انكسار مادة المنشور وزاوية خروج الشعاع . (علماً بأن كل صف يمثل خياراً)

	معامل الانكسار (n)	زاوية الخروج (θ_2)
Ⓐ	1.35	30°
Ⓑ	$\sqrt{2}$	45°
Ⓒ	$\sqrt{3}$	60°
Ⓓ	1.6	70°

15 شعاع ضوئي يمر خلال أوساط مختلفة يفصل بينهما أسطح متوازية كما بالشكل ، الوسط الذى تكون فيه سرعة الضوء أكبر من الاوساط الأخرى هو ....

Ⓐ A   Ⓑ B   Ⓒ C   Ⓓ D

16 ثلاث أشعة ضوئية تسقط بزوايا مختلفة على وجه منشور ثلاثي ، أي الأشعة أكبر زاوية انحراف

Ⓐ A   Ⓑ B   Ⓒ C   Ⓓ C ، A

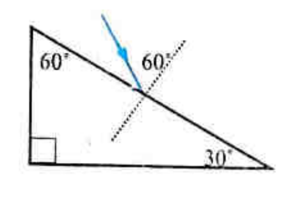
17 عند إجراء تجربة توماس ينج باستخدام ضوء طوله الموجي 6000A° وبعد الحائل عن الشق المزدوج R كانت المسافة بين هدبتين متتاليتين من نفس النوع (Δy_1) ، وعند إعادة التجربة باستخدام ضوء أخر طوله الموجي 4000A° ، وحرك الحائل حتى أصبح بعده عن الشق المزدوج 1.2R كانت المسافة بين هدبتين متتاليتين من نفس النوع (Δy_2) فإن النسبة بين ($\frac{\Delta y_1}{\Delta y_2}$) تساوي ....

Ⓐ $\frac{5}{4}$ Ⓑ $\frac{4}{5}$ Ⓒ $\frac{6}{5}$ Ⓓ $\frac{5}{6}$



18 الشكل المقابل : يمثل سقوط شعاع ضوئي على أحد أوجه منشور ثلاثي قائم الزاوية معامل انكسار مادته $\sqrt{3}$ ، من البيانات الموضحة على الرسم ، أي الخيارات التالية يكون صحيحاً لقيمة كل من زاوية خروج الشعاع وزاوية انحرافه (علماً بأن كل صف يمثل اختيار)

	زاوية الخروج	زاوية الانحراف (α)
Ⓐ	30°	0°
Ⓑ	0°	30°
Ⓒ	0°	60°
Ⓓ	60°	30°

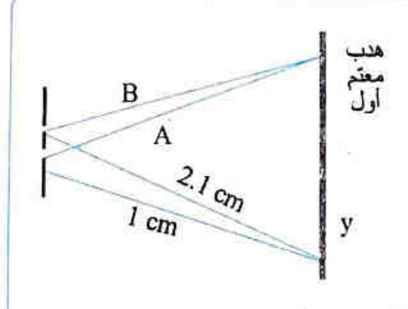


19 إذا تم مراقبة جسم ما في الهواء من أسفل سطح الماء فإن الجسم يظهر ....

Ⓐ فوق موقعه الحقيقي
Ⓑ في موقعه الحقيقي
Ⓒ أسفل موقعه الحقيقي
Ⓓ لا يمكن مشاهدة الجسم من أسفل سطح الماء

20 إذا كان فرق المسار بين A ، B يساوي 0.3 cm فإن الهدبة المتكونة عند النقطة y

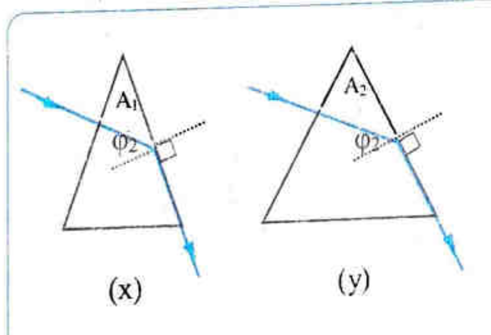
Ⓐ مضيئة ثانية .
Ⓑ معتم ثاني .
Ⓒ مضيئة ثالثة .
Ⓓ معتم ثالث



21 منشور رقيق زاوية رأسه $10°$ عندما تزداد زاوية سقوط الشعاع فإن زاوية الانحراف

Ⓐ تقل
Ⓑ تظل ثابتة
Ⓒ تزداد
Ⓓ تقل ثم تزداد

22 الشكل المقابل يوضح منشورين (x) ، (y) من نوعين مختلفين من الزجاج ، زاوية رأس المنشور (x) أقل من زاوية رأس المنشور (y) فإذا سقط على كل منهما شعاع ضوئي عمودي على الوجه وخرج مماساً للوجه الآخر في كل منهما يكون معامل انكسار مادة المنشور (x) .... معامل انكسار مادة المنشور (y)



Ⓐ أكبر من
Ⓑ يساوي
Ⓒ أقل من

أجب عما يأتي (24: 30):

23 سقط ضوء علي ثلاث أوساط شفافة (A , B , C) كما بالشكل المقابل إذا علمت أن سرعة الموجات في الوسط (A) تعادل 1.4 مرة سرعتها فى الوسط (B) .

هواء
A
B
C
45°

احسب زاوية سقوط الموجات على الحد الفاصل بين الوسطين B , C

....

....

....

24 من الشكل المقابل:

احسب زاوية رأس المنشور الرقيق.

α_0
82.7°
(n - 1)

....

....

25 **في الشكل المقابل:** إذا كان تردد الضوء المستخدم لأجراء التجربة هو 5×10^{14} Hz ، **فما نوع** التداخل عند النقطة (Z)،($C = 3\times10^8$ m/s)

Z
120 cm
A
126 cm
B

....

....

....

....

26 منشوران رقيقان زاوية رأس الأول 6 درجة وزاوية رأس الثاني 4 درجة إذا جعلا متجاوران ورأسيهما في جهة واحدة انحرف الشعاع الساقط عليهما بزاوية قدرها 3 درجة وإذا جعلا معكوسين الوضع انحرف الشعاع الساقط عليهما بزاوية قدرها 1 درجة اوجد معامل الانكسار لكل من المنشورين

....

....

....

الوحدة الثانية

الفصل الثالث

خواص الموائع المتحركة

1 أختر الإجابة المناسبة من بين الأقواس :

(1) تتناسب سرعة السريان المستقر لسائل في أنبوبة عند أى نقطة داخلها مع مساحة المقطع تناسبا ....

(أ) طردياً (ب) عكسياً (ج) لا علاقة بينهما

(2) إذا زادت مساحة مقطع أنبوبة سريان عند انتقال السائل من طرف لآخر فإن معدل السريان ....

(أ) يزيد (ب) يقل (ج) يظل ثابت (د) ينعدم

(3) يمكن استنتاج معادلة الاستمرارية من خلال ....

(أ) قانون الضغط (ب) قانون بقاء الكتلة (ج) قانون بقاء الطاقة

(4) النسبة بين معدل السريان الكتلي إلى معدل السريان الحجمى لسائل هى ....

(أ) كثافة السائل (ب) سرعة السائل (ج) الكتلة المنسابة فى الثانية (د) الحجم المنساب فى الثانية

(5) النسبة بين معدل السريان الحجمى لسائل ومساحة مقطع أنبوبة السريان هى ....

(أ) كثافة السائل (ب) سرعة السائل

(ج) الكتلة المنسابة فى الثانية (د) الحجم المنساب فى الثانية

(6) وحدة قياس معدل السريان الكتلي ....

(أ) kg (ب) kg.s (ج) $kg.s^{-1}$

(7) وحدة قياس معدل السريان الحجمى ....

(أ) m^3 (ب) $m^3.s$ (ج) $m^3.s^{-1}$

(8) فى السريان الهادئ للسوائل تكون النسبة بين عدد خطوط الانسياب عند الطرف الضيق من الأنبوبة إلى عدد خطوط الانسياب عند الطرف المتسع من الأنبوبة............ الواحد.

(أ) أكبر من (ب) تساوي (ج) أقل من

(9) إذا زادت سرعة سريان السائل عند نقطة في أنبوبة للضعف فى السريان الهادئ فإن معدل السريان الحجمى ....

(أ) يزيد للضعف (ب) يقل للنصف (ج) يظل ثابت

(10) عند انتقال سائل من مقطع لآخر خلال انبوبة سريان بحيث تزداد سرعته إلى الضعف فإن معدل التدفق ....

(أ) يزيد للضعف (ب) يقل للنصف (ج) يظل ثابت

(11) اتجاه المماس لخط الانسياب عند أي نقطة يحدد ....

Ⓐ مقدار السرعة Ⓑ اتجاه السرعة اللحظية Ⓒ كمية السائل المنساب

(12) كثافة خطوط الانسياب عند الطرف الضيق من الأنبوبة .... كثافة خطوط الانسياب عند الطرف المتسع من الأنبوبة

Ⓐ أكبر من Ⓑ أقل من Ⓒ تساوي

(13) عدد خطوط الانسياب لسائل المارة عمودياً بوحدة المساحات عند نقطة ما يدل علي ....

Ⓐ معادلة الاستمرارية Ⓑ المعدل الكتلي لانسياب السائل

Ⓒ خط الانسياب الرئيسي Ⓓ سرعة الانسياب عند تلك النقطة

(14) في السريان الهادئ إذا نقص نصف قطر مقطع انبوبة السريان للنصف فإن سرعة سريان السائل ....

Ⓐ تزيد للضعف Ⓑ تزداد الي أربع امثالها Ⓒ تقل للنصف

(15) كثافة خطوط الانسياب عند نقطة خلال مقطع أنبوبة انسياب تزداد عند ....

Ⓐ نقص السرعة Ⓑ زيادة مساحة المقطع Ⓒ زيادة معدل الانسياب

(16) الشكل المقابل : يمثل انبوبة سريان مساحة مقطع الطرف (x) ضعف مساحة مقطع الطرف (y) ، فإذا كان معدل انسياب السائل عند (x) = معدل انسيابه عند (y) في لحظة ما يساوي $0.02m^3/s$ ، وفي لحظة أخرى أصبح معدل الانسياب عند النقطتين = $0.04m^3/s$ يكون نوع السريان ....

x y

Ⓐ سريان مضطرب Ⓑ سريان هادئ Ⓒ سريان هادئ ثم مضطرب Ⓓ سريان مضطرب ثم هادئ

(17) من الشكل السابق : إذا كانت سرعة انسياب السائل عند (x) تساوي سرعة انسيابه عند (y) يكون نوع السريان ....

Ⓐ سريان مستقر Ⓑ سريان مضطرب Ⓒ سريان مستقر ثم مضطرب Ⓓ سريان مضطرب ثم مستقر

(18) أي العبارات التالية يعبر عن السريان المستقر ....

Ⓐ سريان الدم في شريان الذراع عند قياس الضغط الانقباضي .

Ⓑ سريان الماء المنساب من فتحات جهاز الري بالرش .

Ⓒ سريان الوقود خلال بخاخات الوقود في محركات السيارات .

Ⓓ انسياب الماء بهدوء من فوهة صنبور مياه .

(19) يتخذ الماء المنساب من الصنبور شكلا مخروطياً كما بالرسم حيث تقل مساحة مقطع عمود الماء تدريجياً لأسفل بسبب .... كلما ابتعد عن الفوهة .

Ⓐ زيادة الجاذبية Ⓑ زيادة معدل التدفق Ⓒ زيادة السرعة Ⓓ نقص السرعة

(20) العلاقة البيانية التي تمثل معادلة السريان هي ....

(أ) v مع A
(ب) v مع $\frac{1}{A}$
(ج) v مع r
(د) v مع $\frac{1}{r^2}$

(21) اذا كانت النسبة بين نصفي قطري مقطعين مختلفين في أنبوبة سريان هي $\frac{2}{3}$ تكون النسبة بين سرعتي الانسياب فيها ....

(أ) $\frac{2}{3}$ (ب) $\frac{3}{2}$ (ج) $\frac{4}{9}$ (د) $\frac{9}{4}$

(22) إذا قلت مساحة مقطع أنبوبة سريان إلى النصف وزادت سرعة المائع خلال هذا المقطع إلى النصف فإن معدل كتلة السائل المنساب خلال هذا المقطع ....

(أ) يزداد 4 أمثال (ب) يقل الى الربع (ج) يظل ثابت

(23) إذا كانت سرعة الماء في أنبوبة هى 4 m/s وقطرها الداخلي 1.4 cm فإن معدل الانسياب الحجمى هو ....

(أ) $6.16 \times 10^{-6}\ m^3/s$ (ب) $6.16 \times 10^{-4}\ m^3/s$
(ج) $6.16 \times 10^{-5}\ m^3/s$ (د) $0.0086\ m^3/s$

(24) يتدفق الماء في أنبوبة أفقية مساحة مقطعها $10\ cm^2$ بمعدل $0.002\ m^3/s$ فإن سرعة الماء داخلها ....

(أ) 200 m/s (ب) 0.2 m/s (ج) 2 m/s

(25) الشكل المقابل: يوضح العلاقة بين معدل السريان الكتلى ومعدل السريان الحجمي فتكون ميل الخط يعبر عن ....

(Q_m مع Q_v)

(أ) معدل السريان (ب) حجم السائل (ج) كثافة السائل (د) سرعة السائل

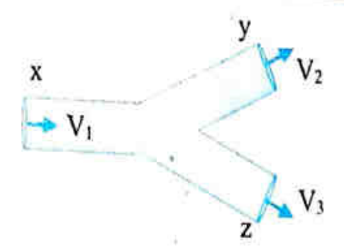
(26) صنبوران يستخدمان لملء حوض ، اذا فتح الصنبور الأول فقط فإنه يملأ الحوض في 30 min ، وإذا فتح الصنبور الثاني فقط فإنه يملأ الحوض في زمن 6 min ، وإذا فتح الصنبورين معاً يكون الزمن اللازم لملء الحوض تساوي .... دقيقة

(أ) 5 (ب) 9 (ج) 18 (د) 20

(27) إذا كان حجم السائل المنساب خلال مقطع أنبوبة سريان في زمن (t) هو $200\ cm^3$ ، وكتلة السائل المنساب خلال نفس المقطع وفي نفس الزمن 16 kg تكون كثافة السائل ....

(أ) $500\ Kg/m^3$ (ب) $800\ Kg/m^3$ (ج) $0.005\ Kg/m^3$ (د) $0.0125\ kg/m^3$

(28) في الشكل المقابل : إذا كان نصف القطر ثابت عند كل من x ، y ، z وكانت سرعة السائل عند y يساوي $(v_2 = v)$ فإن الخيار الذي يعبر عن قيمة سرعة السائل عند كل من x ، z (علماً بأن كل صف يمثل خياراً)

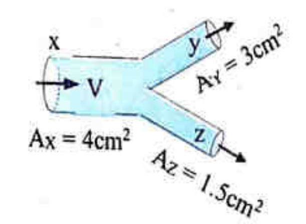


	السرعة عند (x)	السرعة عند (z)
أ	$\frac{1}{4}V$	V
ب	2V	$\frac{1}{2}V$
ج	4V	V
د	2V	V

(29) أنبوبة مياه تضخ سائل بمعدل 90 liter/min بسرعة 2m/s فإن مساحة مقطع الأنبوبة .... سم²

أ $2\ cm^2$ ب $2.5\ cm^2$ ج $7.5\ cm^2$ د $5\ cm^2$

(30) الشكل المقابل يوضح أنبوبة يسري بها سائل سرياناً مستقراً فإذا كانت سرعة سريان السائل عند كل من (x) ، (y) هي 22.5m/s ، 10m/s على الترتيب فإن سرعة السائل عند (z) = ...



أ 20 m/s ب 30 m/s ج 40 m/s د 50 m/s

(31) أنبوبة مياه تغذي حقلاً نصف قطرها (r) ، تنتهي بمائة ثقب متماثلة نصف قطر كل منها (0.1r) ، يسري فيها الماء سرياناً مستقراً ، تكون النسبة بين سرعة الماء في الأنبوبة إلى سرعته في أحد الثقوب كنسبة ....

أ $\frac{1}{1}$ ب $\frac{1}{2}$ ج $\frac{2}{1}$ د $\frac{1}{4}$

(32) ينساب الماء في أنبوبة نصف قطرها r بسرعة 5 m/s ، وفي نهاية الأنبوبة يصبح نصف قطرها $\frac{r}{4}$ فتصبح السرعة عند نهايتها ....

أ 20 m/s ب 40 m/s ج 60 m/s د 80 m/s

(33) محلول دواء يحقن ببطء في الوريد بواسطة محقن مساحة سطح مكبسه $2\ cm^2$ ، فإذا كان معدل التدفق خلال المحقن $8\ cm^3/s$ فإن نصف قطر الابرة اللازم استخدامها حتى تكون سرعة خروجه منها $\frac{20}{\pi}$ m/s يساوي ....

أ $2.55\times10^{-5}\ m$ ب $5\times10^{-4}\ m$ ج $2.5\times10^{-5}\ m$ د $0.1\ cm^2$

2 ماذا نقصد بقولنا أن:

(1) معدل الانسياب الحجمى لسائل ما 4 لتر / ثانية .

(2) معدل التدفق الحجمى لسائل ما خلال أنبوبة 0.01 م^3 / ثانية .

(3) معدل التدفق الحجمى لسائل ما خلال أنبوبة 0.01 سم^3 / دقيقة .

(4) معدل السريان الكتلي لسائل خلال أى مقطع من الأنبوبة 3 Kg / s .

(5) معدل انسياب سائل = 3×10^{-2} كجم / ث .

3 علل ما يأتي:

(1) زيادة مساحة مقطع عمود الماء المندفع من فوهة خرطوم مياه عندما تكون فوهته لأعلى .

(2) من فضل الله علينا ان جعل مساحة مقطع مجموعة الشعيرات الدموية المتفرعة من شريان معين أكبر كثيراً من مساحة الشريان الرئيسي.

(3) تكون مساحة الفتحات فى مواقد الغاز صغيرة ؟

(4) يقل مساحة مقطع الماء الساقط من صنبور تدريجياً ؟

(5) يستخدم رجال الإطفاء خراطيم لها أطراف مسحوبة فى إطفاء الحرائق ؟

(6) سرعة سريان الدم فى الشعيرات الدموية أقل منها فى الشرايين الرئيسية ؟

(7) السريان المضطرب يتميز بوجود دوامات صغيرة دائرية (سريان دوار) ؟

4 ماذا يحدث لكل مما يأتى تحت الظروف الموضحة ......؟

(1) سرعة سريان الدم عند انتقاله من الشريان الرئيسى إلى الشعيرات الدموية ؟

(2) زيادة سرعة سريان سائل هادئ عن حد معين فى أنبوبة منتظمة ؟

(3) عدد خطوط الانسياب داخل الأنبوبة عندما يقل قطر الأنبوبة؟

(4) كثافة خطوط الانسياب داخل الأنبوبة عندما يقل قطر الأنبوبة؟

(5) سرعة انسياب سائل عندما يقل قطر الأنبوبة ؟

5 أذكر المفهوم العلمي الدال على كل عبارة مما يلي:

(1) السريان الناتج عن تحرك السائل بسرعات صغيرة بحيث تنزلق طبقاته المتجاورة فى نعومة ويسر .

(2) يحدث عندما تزداد سرعة سريان السائل بحيث تتعدى قيمة معينة وتتميز بوجود دوامات.

(3) خط وهمى يبين مسار سريان المائع من نقطة الى أخرى.

(4) الانسياب التى تنزلق فيه طبقات المائع المتلاسة فوق بعضها البعض بنعومة.

(5) سرعة انسياب السائل تتناسب تناسباً عكسياً عند أى نقطة مع مساحة مقطع الأنبوبة.

(6) حجم السائل المنساب خلال مساحة معينة فى الثانية.

(7) كتلة السائل المنساب خلال مساحة معينة فى الثانية.

(8) عدد خطوط الانسياب المارة عمودياً بوحدة المساحات عند نقطة.

(9) اتجاه المماس لخط السريان عند نقطة.

6 أكمل الفراغات التالية بما يناسبها:

(1) في السريان المستقر لسائل داخل أنبوبة تقل سرعة التدفق بزيادة .... بينما يظل .... ثابتاً.

(2) في السريان المستقر للسوائل تتناسب سرعة المائع عند نقطة في الأنبوبة تناسباً .... مع ....

(3) يتعين حجم السائل المنساب بسرعة (v) خلال أنبوبة مساحة مقطعها (A) في وحدة الزمن من العلاقة ....

(4) سرعة السريان المستقر لسائل عند أي نقطة تتناسب مع مساحة مقطع الانبوبة عند تلك النقطة تناسباً ....

(5) سرعة السريان المستقر لسائل عند أي نقطة تتناسب مع مربع نصف قطر الانبوبة عند تلك النقطة تناسباً ....

7 قارن بين كلاً مما يأتى

(1) معدل الانسياب الحجمى ومعدل الانسياب الكتلي من حيث: التعريف والقانون المستخدم ووحدة القياس .

(2) السريان الهادئ والسريان المضطرب من حيث سرعة سريان المائع.

8 متى؟

(1) يتحول السريان الهادئ الى مضطرب.

(2) تتزاحم خطوط الانسياب.

(3) يصبح السريان هادئ.

(4) يصبح السريان دوامي.

9 أذكر الأساس العلمى لكل مما ياتى

(1) تصميم شبكات المياه في المدن ؟

(2) تصميم فتحات الغاز فى مواقد الغاز؟

(3) تصميم أنابيب ري الأراضي الزراعية بالتنقيط ؟